

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETICIA SENE DE MELO

**PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS E CLIMÁTICOS PREDITORES DE
ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS EM PRAIAS DO PARANÁ**

PONTAL DO PARANÁ

2017

LETICIA SENE DE MELO

**PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS E CLIMÁTICOS PREDITORES DE
ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS EM PRAIAS DO PARANÁ**

Monografia apresentada para obtenção do título de Bacharel, Curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maikon Di Domenico
Coorientadora: Dra. Camila Domit

PONTAL DO PARANÁ

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

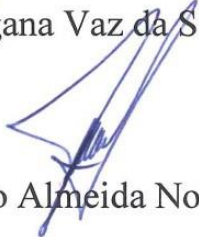
Leticia Sene de Melo

“PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS E CLIMÁTICOS PREDITORES DE ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS EM PRAIAS DO PARANÁ”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Profª. Drª. Morgana Vaz da Silva - CEM/UFPR



Profº. Drº. Maurício Almeida Noernberg -CEM/UFPR



Profº. Drº. Maikon Di Domenico
Presidente

Pontal do Paraná, 08/12/2017

AGRADECIMENTOS

Muitos colaboraram para a realização deste trabalho o que faz desta parte uma das mais difíceis.

Primeiramente agradeço à “mãezona LEC” Camila Domit, por toda orientação ao longo desses cinco anos, apoio, zelo, cuidado, incentivo, confiança e puxões de orelha quando precisava. Obrigada por ter me mostrado o quanto é lindo trabalhar com conservação e aberto as portas de seu laboratório para que pudesse realizar meu sonho de trabalhar com tartarugas marinhas. E obrigada por embarcar nesse trabalho difícil e louco, de querer integrar oceanografia biológica e física.

Agradeço de coração por toda paciência, dedicação, disponibilidade até em feriados e fins de semanas, e intensa orientação do oceanógrafo estatístico mais legal que conheço, Maikon Di Domenico. Por me fazer ver que estatística não é um monstro, e que posso fazer sim uma ciência robusta e oceanográfica.

Às minhas coorientadoras de coração Luciana Gama e Stephane Moura, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando, corrigindo e bebendo uma cerveja. Luciana, obrigada por toda correção e ajuda com o ArcGIS. Stephane, obrigada por me ajudar com as análises estatística. Amo vocês!

Aos meus amigos, que mesmo de longe sempre estiveram ao meu lado: Aislyn Alvarenga, Camila Barbosa, Érika Rolim, Christina Lazzarotto, Bruno Escobar e Maria Clara Melo. Obrigada por cada momento ao longo desses anos.

À toda família LEC e todos que estiveram ao meu lado nessa jornada, e por toda troca de experiência com cada um. E o nosso lema nunca será esquecido: “pra ser do LEC tem que ter disposição!”.

Às fundações Boticário e Araucária pelo financiamento dos projetos desenvolvidos no LEC.

À minha família, pelo incentivo e apoio desde o início, pelas visitas em Pontal, principalmente por acreditarem em mim e no meu amor pelo mar, por todo carinho, união e amor. Muito obrigada!

Muito obrigada a todos que participaram de forma direta ou indireta desses cinco últimos anos da minha vida nessa loucura de vida acadêmica e trabalhando em prol da conservação das tartarugas marinhas.

RESUMO

Este estudo contribui com o entendimento da dinâmica de encalhes e fatores ambientais, essencial para o delineamento amostral de monitoramentos de encalhe e avaliação de impactos, mas também potencializa novas discussões sobre tendências espaço temporais da ocorrência e distribuição de tartarugas marinhas e potenciais ameaças à estes animais. O oceano Atlântico Sul Ocidental é importante área de forrageamento e desenvolvimento de juvenis de *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), entretanto milhares de exemplares são encontrados encalhados na zona costeira. Devido aos impactos que afetam as etapas do ciclo de vida, esta espécie é globalmente considerada ameaçada de extinção. As taxas de encalhe refletem alteração na abundância e uso da área, impactos antrópicos que as afetam (ex: capturas incidentais) e mesmo o efeito de fatores climáticos e oceanográficos no transporte das carcaças. O conhecimento destes efeitos é fundamental para orientar ações de manejo e avaliar as consequências dos impactos à espécie. No litoral do estado do Paraná (24°36'S 51°23'O), sul do Brasil, há registros de ocorrência e eventos de encalhes ao longo dos anos. Para avaliar os fatores climáticos e oceanográficos que os influenciam na região, foram realizados monitoramentos semanais de praia e determinadas as taxas de encalhe e caracterização biométrica dos indivíduos. Os monitoramentos ocorreram entre 2007-2009 e 2012-2014, em um trecho de 35 Km de praia (25°56'41"S - 25°79'83"S; 48°35'44"W - 48°52'53"W), sendo coletadas informações sobre a distribuição espaço temporal, estágio de decomposição e comprimento curvilíneo da carapaça (CCC). Ao total, foram encontrados 357 juvenis de tartarugas-verde encalhados mortos, sendo 2014 o ano de maior ocorrência (n=148), e 2009 o de menor (n=31). Através da análise de modelos lineares generalizados foram identificadas as variáveis preditoras: anomalia de temperatura da superfície do mar (SST), direção de onda e pluviosidade para a variável resposta taxa de encalhes; e velocidade de corrente de superfície, direção e velocidade de vento como preditoras para o CCC. Não houve variação significativa do CCC dos juvenis encontrados entre anos, variando entre 26 a 60 cm (38.60 ± 4.88). Quanto ao estágio de decomposição, predominou decomposição avançada nos anos de 2007 e 2009 (94,11% e 65,78%), carcaça seca em 2012, 2013 e 2014 (41,81%, 50% e 67,72%) e pouco decomposto em 2008 (96,96%). O setor Pontal do Sul possuiu maior abundância de animais nos períodos amostrados, seguido por Shangrilá entre os anos de 2007, 2008, 2009 e 2012, e Ipanema entre 2013 e 2014. De forma geral, os meses com maiores taxas de encalhe foram entre maio e setembro, havendo poucas variações entre anos. Os esforços de monitoramento entre anos foram semelhantes e os fatores climáticos e oceanográficos influenciaram a taxa de encalhe, o tamanho e o estágio de decomposição das carcaças que chegaram à praia. Fatores mais relacionados ao transporte das carcaças foram selecionados pelo modelo, entretanto as anomalias de SST podem sugerir alterações de abundância por estes serem répteis migratórios. Ainda, é possível que existam variações sazonais e temporais na forma de uso da área ou mesmo na incidência de impactos negativos que contribuem na mortalidade dos indivíduos.

Palavras-chave: Tartaruga-verde. Processos climáticos e oceanográficos. Litoral do Paraná.

ABSTRACT

This study contributes to the understanding of the impoundment dynamics and environmental factors, essential for the sampling design of beaching monitoring and impact assessment, but it also potentializes new discussions on temporal trends in the occurrence and distribution of sea turtles and potential threats to these animals. The southwestern Atlantic Ocean is an important development and foraging area of juvenile *Chelonia mydas* (green turtle), though thousands of specimens are found stranded dead in the coast. Due to the impacts affecting life cycle stages, this species is considered globally threatened by extinction. Stranding rates reflect changings in abundance and habitat use, anthropogenic impacts that affect them (e.g. bycatch) and even the effect of climatic and oceanographic factors on carcass transport. Knowing these is the key to lead management actions and assessment of the impacts consequence on the species. In the coast of Paraná estate (24°36'S 51°23'W), southern Brazil, there are records of occurrence and stranding events along the years. In order to monitor the climatic and oceanographic factors that influence them, weekly beach monitoring was performed to determine the stranding rates and biometric characterization of individuals. The monitoring took place between 2007-2009 and 2012-2014 along 35 km of beach (25°56'41"S - 25°79'83"S; 48°35'44"W - 48°52'53"W), with information on temporal distribution, stage of decomposition and curved carapace length (CCL). In total, 357 dead juvenile green turtles were found, with 2014 being the year of greatest occurrence (n=148), and 2009 the lowest one (n=31). Through the analysis of generalized linear models, the variables predicting sea surface temperature anomaly (SST), wave direction and rainfall were identified for the response variable beaching rate, and surface current velocity, direction and wind speed as predictors for the CCL. There was no significant variation of CCL of juveniles found between years, ranging from 26 to 60 cm (38.60 ± 4.88). Regarding the stage of decomposition, there was a predominance of advanced decomposition in the years of 2007 and 2009 (94.11% and 65.78%), dry carcass in 2012, 2013 and 2014 (41.81%, 50% and 67.72%) and few decomposed in 2008 (96.96%). Pontal do Sul sector was the one with the highest abundance of animals in the sampled periods, followed by Shangrilá between 2007, 2008, 2009 and 2012, and Ipanema between 2013 and 2014. Overall, the months with the highest grounding rates were between May and September, with few variations between years. Monitoring efforts between years were similar and climatic and oceanographic factors influenced the stranding rates, size and stage of decomposition of carcasses that arrived on the beach. More factors related to carcass transportation were selected by the model, however, the SST anomalies may suggest changes in abundance because sea turtles are migratory animals. Also, it is possible that there are seasonal and temporal variations in habitat use or even in the incidence of negative impacts that contribute to the mortality of individuals.

Key-words: Green turtle. Climatic and oceanographic processes. Coast of Paraná

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

MAPA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E SEUS SETORES	18
QUADRO 1 – ORIGEM E PERIODICIDADE DOS DADOS CLIMÁTICOS OBTIDOS PARA O LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ.....	21
QUADRO 2 – ORIGEM E PERIODICIDADE DOS DADOS OCEANOGRÁFICOS OBTIDOS PARA O LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ.....	21
FIGURA 1 – VARIAÇÃO DA TAXA DE ENCALHE DE JUVENIS DE TARTARUGAS- VERDE ENTRE OS MESES E ANOS DE MONITORAMENTO NAS PRAIAS DO LITORAL DO PARANÁ NOS PERÍODOS DE 2007-2009 E 2012-2014	25
QUADRO 3 – VARIAÇÕES INTERANUAIS DE MÍNIMOS, MÁXIMOS, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO NAS FAIXAS DE COMPRIMENTO CURVILÍNEO DE CARAPAÇA (CCC) DE TARTARUGAS-VERDE DO ESTADO DO PARANÁ.....	26
FIGURA 2 – MÍNIMOS, MÁXIMOS E MEDIANAS DO COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA (CCC) DE JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE ENCALHADAS NAS PRAIAS DO PARANÁ NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009.....	27
FIGURA 3 – MÍNIMOS, MÁXIMOS E MEDIANAS DO COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA (CCC) DE JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE ENCALHADAS NAS PRAIAS DO PARANÁ NOS ANOS 2012, 2013 E 2014	28
GRÁFICO 1 – ESTÁGIO DE DECOMPOSIÇÃO DE JUVENIS DE TARTARUGAS- VERDE NO LITORAL DO PARANÁ ENCONTRADOS ENCALHADOS ENTRE OS PERÍODOS ANUAIS DE 2007-2009 E 2012-2014.....	29
FIGURA 4 – VARIÁVEIS PREDITORAS PARA TAXA E COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA.....	32
FIGURA 5 – TAXA DE ENCALHE E COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA AO LONGO DAS SEMANAS DE ESTUDO.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	JUSTIFICATIVA.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.2	Objetivo Geral.....	12
1.2.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	ÁREA DE ESTUDO	17
3.2	AMOSTRAGEM.....	19
3.2.1	Dados Climáticos e Oceanográficos	20
3.3	ANÁLISE DE DADOS	22
4	RESULTADOS	24
4.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ENCALHES.....	24
4.2	INFLUENCIA DE FATORES CLIMÁTICOS E OCEANOGRÁFICOS NOS ENCALHES	30
5	DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A – FICHA DE CAMPO UTILIZADA PARA COLETA DE DADOS DE TARTARUGAS MARINHAS AO LONGO DOS MONITORAMENTOS.....	50
	ANEXO B – VARIÁVEIS PREDITORAS PARA TAXA DE ENCALHE E IMPORTÂNCIA RELATIVA.....	52
	ANEXO C – VARIÁVEIS PREDITORAS PARA O COMPRIMENTO CURVÍNEO DE CARAPAÇA E IMPORTÂNCIA RELATIVA.....	54

1 INTRODUÇÃO

Chelonia mydas (LINNAEUS, 1758), conhecida popularmente como tartaruga-verde, possui distribuição cosmopolita, desde os trópicos até as zonas temperadas, sendo a espécie de tartaruga marinha que apresenta hábitos mais costeiros (HIRTH, 1997), e com maior abundância no estado do Paraná (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; MARCOVALDI, SANTOS & SALES, 2011). Devido ao uso destes ambientes e a sobreposição com áreas e atividades humanas, a espécie está suscetível a inúmeros impactos antrópicos (BJORNDAL *et al.*, 1994; STORELLI & MARCOTRIGIANO, 2003; LÓPEZ-MENDILAHARSU *et al.*, 2008; MONTAGUE, 2008; MANCINI & KOCH, 2009; WALLACE *et al.* 2010).

Além das ameaças naturais, como a predação natural, há diversas ameaças antrópicas como a retirada de indivíduos e coleta de ovos para o consumo; a captura incidental pela pesca de espinhel, arrasto e emalhe; a colisão com embarcações; além da susceptibilidade à degradação e à poluição ambiental, resultando na alta ingestão de lixo e níveis de contaminação química, influenciando de forma negativa o seu estado de saúde (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1990; BJORNDAL *et al.*, 1994; HERBST, 1994; AGUIRRE, 1998; BUGONI *et al.*, 2001; BUITRAGO e GUADA, 2002; COELHO, 2009; TOURINHO *et al.*, 2010). Devido a estes impactos a espécie está classificada mundialmente como ameaçada de extinção (IUCN, 2016).

No Brasil, são registradas altas taxas de captura acidental de tartarugas-verdes pelas pescarias comerciais (LOPEZ-BARRERA, 2012), tendo por consequência o encalhe de diversos indivíduos ao longo da costa, os quais chegam debilitados ou mortos (OLIVEIRA *et al.*, 2005; GUEBERT, 2008). Os animais encalhados são fontes de informações científicas (HELTZEL e LODI, 1993; SENA *et al.*, 2007; VELOZO, 2007), pois a coleta padronizada de dados permite a caracterização biológica e a avaliação do estado saúde dos estoques regionais, além de evidenciar as interações ecológicas existentes. Tais interações, às quais os indivíduos estão associados, são informações-chave para subsidiar a conservação e o manejo desta espécie e de seu ambiente (BJORNDAL, 1999).

Entre os estudos realizados com animais encalhados mortos, alguns sugerem que as distribuições de encalhes de tartarugas marinhas estão relacionadas a fatores climáticos e oceanográficos, como intensidade e direção do vento, correntes, nível de precipitação, sistemas frontais e eventos como El Niño e La Niña (EPPERLY *et al.*

1996; HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2016). Estes fatores influenciam tanto na ocorrência dos espécimes em uma região quanto nas taxas de encalhe de carcaças de tartarugas marinhas na costa e podem explicar parcialmente as alterações sazonais e entre anos (CROWDER *et al.*, 1995).

Entretanto, a causa da morte destes animais é frequentemente difícil de determinar devido aos diferentes níveis de decomposição dos animais registrados (CHAN, 2004). Dentre os fatores que explicam esse problema podem ser citados: ocorrência do encalhe algum tempo após a morte; transporte de carcaça afetada por correntes marinhas e incidência de sistemas frontais, por vezes longe do local de ocorrência dos indivíduos (CHAN, 2004; BARROS & BARROS, 2012); além das variáveis ambientais que divergem entre áreas, e a dificuldade de acesso ao local do encalhe.

Frente às dificuldades e limitações apontadas, junto a importância de estudos com encalhe, os eventos envolvendo tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-de-Kemp (*Lepidochelys kempi*) foram analisados nos oceanos Atlântico Norte, Carolina do Norte (EUA), e no Atlântico Sul, litoral do Rio Grande do Sul, considerando a influência dos fatores climáticos e oceanográficos (EPPELY *et al.*, 1996; SCHWART, 2000; HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2016). Estes estudos demonstram que as correntes oceânicas, sistemas de vento, temperatura de superfície do mar, e eventos como El Niño e La Niña possuem variação sazonal, podendo afetar o padrão e sazonalidade de encalhes.

No litoral sudeste e sul brasileiro, há registros de alta incidência de encalhes de tartarugas marinhas ao longo de todo o ano, sendo a tartaruga-verde a principal espécie registrada, em diferentes estágios de decomposição (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; MARCOVALDI, SANTOS & SALES, 2011). No litoral do Paraná aproximadamente 200 tartarugas marinhas são registradas encalhadas na praia anualmente (GAMA *et al.*, 2016) e a região ainda apresenta uma dinâmica oceanográfica e climática intensa (ANGULO & ARAÚJO, 1996; NOERNBERG, 2002) e sustenta diversas atividades potencialmente estressoras de espécies marinhas, como terminais portuários, fluxo de embarcações e atividades pesqueiras esportivas e comerciais de pequena e grande escala (BUGONI *et al.*, 2008; SALES *et al.*, 2008; GALLO *et al.*, 2008). Estas características tornam os ambientes marinhos costeiros sistemas desafiadores de modelar, pois são conduzidos por múltiplos processos

oceanográficos e climáticos, e expostos a estressores antropogênicos que operam em diferentes escalas espaciais e temporais (HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006; BUGONI *et al.*, 2008; SALES *et al.*, 2008). Somadas a complexidade ambiental, as elevadas taxas de encalhes de mamíferos e répteis marinhos no Paraná (ROSSO-LONDOÑO, 2010; GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011) permitem desemaranhar como e quais fatores climáticos e oceanográficos predizem as taxas de encalhe de tartarugas na região, auxiliando e direcionando possíveis fontes de impacto e causas de morte dos animais que aparecem mortos nas praias.

As tartarugas marinhas são espécies migratórias e apresentam comportamento de uso de área errante, por isso é relevante o levantamento da influência destes dados climáticos e oceanográficos para: (i) compreensão e descrição dos encalhes; (ii) determinação das variações espaciais e temporais nas taxas de encalhe; (iii) avaliação das potenciais direções de origem de chegada de carcaças; e (iv) modelar esforço de monitoramento da zona costeira em prol de maximizar o encontro de animais em melhor estado de decomposição ao longo da costa.

O presente estudo descreve os parâmetros climáticos e/ou oceanográficos potencialmente associados aos eventos de encalhe na região, permitindo um direcionamento mais apropriado quanto as coletas dos espécimes transportados às praias, além da caracterização da população de tartarugas-verde encalhada no estado do Paraná e melhor compreensão de sua biologia, demandas apresentadas no Plano de Ação Nacional de Conservação de Tartarugas Marinhas (MARCOVALDI, SANTOS & SALES, 2011).

1.1 JUSTIFICATIVA

A tartaruga-verde é uma espécie em risco de extinção devido à sobreposição de áreas de forrageamento com atividades antrópicas costeiras, gerando uma alta mortalidade da espécie no Brasil. É uma espécie muito frequente no litoral sudeste e sul do Brasil, portanto, é importante conhecer sua sazonalidade de ocorrência, visto que, apesar de ser uma espécie migratória, há indivíduos residentes, além de avaliar a sobreposição com atividades de impacto negativo, como a pesca que é a principal ameaça (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; LOPEZ-BARRERA, 2012). Os eventos de encalhes são ótima fonte para avaliar impactos, caracterizar populações e determinar abundância regional (SENA *et al.*, 2007; VELOZO, 2007). A compreensão

da vulnerabilidade e risco à manutenção da espécie, além da correlação destes fatores climáticos e oceanográficos com dados de eventos de encalhes, são fundamentais para a identificação das diversas fontes e fatores que influenciam a mortalidade desta espécie ao longo da costa paranaense (CHALOUPKA & BALAZS, 2005; CHALOUPKA & BALAZS, 2007).

No Atlântico Sul Ocidental (ASO), existe apenas um único trabalho evidenciando esta conexão o qual foi realizado no Brasil, sul do Rio Grande do Sul, onde há uma área com características físicas distintas, e maior ocorrência da espécie de *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda) (MONTEIRO *et al.*, 2016). Enquanto, o Paraná possui alta frequência de tartarugas-verde ao longo dos meses e anos, alta taxa de encalhe (ANDRADE *et al.*, 2016; GAMA *et al.*, 2016) e processos físicos específicos diferenciais. Este é o primeiro trabalho com a espécie de tartaruga-verde na região, buscando orientação de esforço para monitoramento e refinamento do conhecimento sobre uso da área pelos animais. Logo, as conclusões deste trabalho trarão contribuições importantes para demais pesquisadores, proporcionando um embasamento maior sobre os eventos de encalhes das tartarugas-verde juvenis.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar os encalhes de tartarugas-verde registrados no litoral do Paraná em relação a parâmetros biológicos e analisar como e quais fatores climáticos e oceanográficos predizem as taxas de encalhes e o comprimento curvilíneo da carapaça ao longo de seis anos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar os espécimes encalhados quanto ao tamanho corpóreo, fase de desenvolvimento e estágio de decomposição;
- b) Identificar se há locais de concentração de encalhes ao longo do litoral do estado do Paraná, considerando as variações de esforço amostral;
- c) Verificar se há variação temporal entre meses e anos nas taxas de encalhe;

- d) Analisar como e quais fatores climáticos e oceanográficos predizem as taxas de encalhe e o comprimento curvilíneo da carapaça.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversas espécies de animais marinhos chegam mortos ou debilitados à areia das praias, ou em áreas rasas e de vegetação costeira, e este evento é definido como encalhe (NRC, 1990; JEFFERSON *et al.*, 1993). Os encalhes podem ser uma fonte suplementar de informação sobre a ocorrência de espécies, coleta de material biológico, idade, proporção sexual, dieta, avaliação do estado de saúde, distribuição geográfica e variações interanuais associadas a eventos climáticos, oceanográficos e antropogênicos (HELTZEL e LODI, 1993; KREUDER *et al.*, 2003; MACLEOD *et al.*, 2004; MALDINI *et al.*, 2005; VELOZO, 2007).

Estes eventos também viabilizam a formação de coleções, que fornecem subsídios para melhor compreender as causas de morbidade e mortalidade associadas aos mesmos. Com isso observa-se o papel fundamental destes estudos referentes a ecologia, biologia e conservação das espécies (EPPERLY *et al.*, 1996; BJORNDAL, 1999; VELOZO, 2007; CHALOUPKA *et al.*, 2008; VÉLEZ-RUBIO *et al.*, 2013).

A maioria dos estudos de avaliação de encalhes e tendência de mortalidade aborda mamíferos ou aves marinhas e frequentemente incluem apenas análises descritivas de ocorrência e parâmetros biológicos das espécies. Apesar de serem classificadas como em risco de extinção, as cinco espécies de tartarugas marinhas possuem muitos registros de encalhes ao longo de toda a costa brasileira (CAMPHUYSEN, 1998; PINEDO & POLACHECK, 1999; BUGONI *et al.*, 2001; LOPEZ *et al.* 2002; KREUDER *et al.*, 2003; SALES *et al.*, 2003; KOTAS *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005; BARROS, 2007; LIMA e MELO, 2007), entretanto apenas para o Rio Grande do Sul, a causa e as variações sazonais dos eventos de encalhe foram abordadas (MONTEIRO *et al.*, 2016).

As tartarugas marinhas são espécies-bandeira, assim chamadas por contribuírem no processo de proteção, de outras espécies presentes em sua área de distribuição. Além disso, devido às suas características biológicas (BJORNDAL & BOLTEN, 1988; BJORNDAL, 1997; WYNEKEN, LOHMANN & MUSICK, 2013), são

consideradas sentinelas da saúde do ecossistema marinho (FRAZIER, 2001; FRAZIER, 2007; SECCO *et al.*, 2010; VILAS BOAS & DIAS, 2010).

A redução dos estoques mistos de tartarugas marinhas tem sido direta ou indiretamente atribuída a atividades antrópicas como a destruição dos habitats, desordenamento urbano, obras costeiras como operações marítimas, dragagem, construção portuária, e suas intervenções nas praias e locais de desova, ingestão e emaranhamento em detritos plásticos e anzóis, colisão com embarcações, poluentes químicos, causando imunossupressão e doenças como a fibropapilomatose; a predação de ovos e de jovens e adultos, e à pesca, sendo esta predatória ou incidental (BJORNDAL *et al.*, 1994; BUGONI *et al.*, 2001; STORELLI & MARCOTRIGIANO 2003; WYNEKEN *et al.*, 1998 apud MONTEIRO, 2004; BONDIOLI, NAGAOKA, FILHO, 2005; LÓPEZ-MENDILAHARSU *et al.*, 2008; MONTAGUE 2008; WALLACE *et al.*, 2010). Contudo, a captura incidental em pescarias tem sido amplamente reconhecida como o principal fator de mortalidade de tartarugas marinhas atualmente, contribuindo com centenas de encalhes ao longo da costa (CHAN *et al.*, 1988; ORAVETZ, 1999; MARCOVALDI *et al.*, 2002; DOMINGO *et al.* 2006; SALES *et al.*, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2016).

O transporte das carcaças até as praias está sujeito a várias influências naturais, como: (i) alterações climáticas e anomalias de temperatura, incluindo eventos sazonais de El Niño e La Niña; (ii) condições oceanográficas complexas, tal como rápidas variações de marés associadas a regiões costeiras repletas de bancos de areia; (iii) condições climáticas adversas; (iv) ferimentos causados por predadores (GERACI & LOUNSBURY, 1993; LODI, 1999; SANTOS, 1999, SANTOS *et al.*, 2009; MONTEIRO *et al.*, 2016). Além destes, os fatores biológicos como tamanho e massa corpórea da carcaça (NORMAN *et al.*, 2004; LEENEY *et al.*, 2008; ROSSO, 2009) são importantes. O conhecimento destas interações pode ajudar a determinar indicadores ambientais regionais para direcionar as coletas de material biológico em determinados pontos geográficos e em certas condições meteorológicas (NORMAN *et al.*, 2004; ROSSO, 2009).

A maioria dos trabalhos publicados que relataram os encalhes de tartarugas marinhas buscaram elucidar as causas e consequências relacionadas a eles (BJORNDAL, 1999; VELOZO, 2007; COELHO, 2009), entretanto apenas quatro estudos avaliaram a dinâmica dos encalhes quanto à influência de fatores climáticos e oceanográficos (EPERLY *et al.*, 1996; SCHWART, 2000; HART, MOORESIDE &

CROWDER, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2016). Epperly *et al.* (1996) sugeriram que a mortalidade de tartarugas marinhas em certas pescarias não é totalmente representada por encalhes, pois, as correntes oceânicas variam sazonalmente e podem levar muitas carcaças para o mar. Complementando, Hart, Mooreside & Crowder (2006) modelaram as correntes e os ventos usando dados históricos da Carolina do Norte (EUA) e demonstraram que a presença ou ausência de correntes e padrões de vento afetaram a probabilidade do encalhe ocorrer e ainda correlacionaram as diferenças sazonais nos encalhes com a variação nas condições do vento.

Monteiro *et al.* (2016) indicaram que os encalhes de tartarugas marinhas no litoral do Rio Grande do Sul foram maiores em anos de La Niña e que o aumento do vento na direção sudoeste pode transportar mais águas-vivas para as águas costeiras, aumentando o número de tartarugas marinhas e as chances de capturas incidentais em artes de pesca. Supõem ainda, que a direção e a velocidade do vento podem explicar as probabilidades de encalhes.

As flutuações temporais na temperatura da superfície do mar e o fornecimento de recursos alimentar foram propostos para explicar as tendências de encalhes de tartarugas-cabeçudas ao longo da costa nordeste dos EUA (SCHWARTZ, 2000). Foram registradas duas épocas de pico de encalhes de tartarugas-verde, refletindo a abundância sazonal da espécie, a sazonalidade dos ventos na costa, o efeito das correntes ou a integração de todos estes fatores (CHALOUPKA *et al.*, 2008). No mesmo trabalho, encalhes de animais debilitados e com fibropapiloma foram mais evidentes durante o inverno e é sugerido uma relação com as tempestades de inverno que dependendo da temperatura, podem afetar severamente tartarugas debilitadas (ZAPATA *et al.*, 1992).

As tartarugas-verde ocorrem em alta frequência na costa brasileira, havendo registros de encalhes e capturas incidentais em pesca do Rio Grande do Sul ao Amapá (BELLINI *et al.*, 1996; BELLINI & SANCHES, 1996; NAKASHIMA, 2008; ALMEIDA *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2016). Este fato está associado aos hábitos mais costeiros desta espécie, que utiliza inclusive estuários, rios e lagos, principalmente em busca de alimento (SANCHES, 2011).

Na região sul do Brasil é registrada a ocorrência de tartarugas-verde juvenis as quais utilizam a região para alimentação e pertencem a estoques genéticos mistos, advindos de sítios de reprodução de Ascensão, Ilha das Aves, Suriname, Guiné

Bissau entre outros (NARO-MACIEL *et al.*, 2007; BONDIOLI *et al.*, 2009; PROIETTI *et al.*, 2009; JORDÃO *et al.*, 2015). O litoral paranaense tem ocorrência da espécie ao longo de todos os meses e anos (GAMA *et al.*, 2016), sendo os animais na região juvenis e com idade a partir de dois anos de vida (ANDRADE *et al.*, 2016). Apesar da pequena linha de costa, aproximadamente 100 km, este litoral apresenta um complexo de extensos estuários, como o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), caracterizando a costa com aproximadamente 1.483 km (ANGULO, 1993), o qual confere suporte a diversos habitats e áreas relevantes de forrageamento às tartarugas-verde (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; GAMA *et al.*, 2016). No entanto, nessa região há uma intensa atividade pesqueira que sobrepõem as áreas de forrageamento e é responsável por frequentes registros de capturas incidentais desta espécie.

Baseando-se em imagens LandSat e deslocamentos de garrafas de deriva ao longo da costa paranaense Noernberg (2001) e Marone *et al.* (1995), concluíram que o fluxo principal da corrente de deriva litorânea na região é preferencial de sul para norte. Ainda, através de levantamentos com *Acoustic Doppler Profiler* (ADP) das velocidades e direções das correntes, verificaram que em períodos de vazante do CEP as correntes se deslocam para sul, próximo ao balneário de Pontal do Sul no município de Pontal do Paraná (MAPA 1) e a direção é para norte próximo ao balneário Praia de Leste localizado no mesmo município (MAPA 1) (VEIGA *et al.*, 2003).

Martin (1992) indicou no Paraná duas estações bem marcadas: (i) novembro a março, quente (temperatura média de 24,5°C) e muito úmida (precipitação média mensal de 227,4 mm); (ii) abril a setembro, mais amena (temperatura média de 18,8°C) e menos úmida (precipitação média mensal de 111,4 mm), evidenciando as variações sazonais locais.

As informações sobre os aspectos climáticos e oceanográficos da costa paranaense, sugerem que há possibilidade de existir influência na taxa de encalhe de tartarugas marinhas, conforme já demonstrado por outros estudos (CHAN, 2004; HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2016).

As áreas de forrageamento de tartarugas-verde coincidem com o considerável esforço de pesca artesanal e industrial, havendo então interação com as artes de pesca costeiras (GONZÁLEZ-CARMAN *et al.*, 2012; LÓPEZ-BARRERA *et al.*, 2012; GUEBERT *et al.*, 2013). Logo, também é um fator importante para a mortalidade da espécie, visando os efeitos costeiros em relação aos encalhes.

Diante à bibliografia levantada, verifica-se que parâmetros oceanográficos, climáticos e biológicos sobre tartarugas-verde são campos científicos pouco interligados, até o momento. Neste contexto, o presente estudo é essencial para a compreensão dos fatores climáticos e oceanográficos que potencialmente influenciam os eventos de encalhe, na expectativa de melhor interpretar essas tendências ao longo do espaço e tempo no litoral do Paraná.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área estudada abrange uma extensa planície costeira do litoral do Paraná entre Pontal do Sul (25°56'41.9"S, 48°35'44.5"W), município de Pontal do Paraná, e Matinhos (25°79'83.0"S, 48°52'53.7"W; MAPA 1) com orientação nordeste-sudoeste, e comprimento em torno de 35 km (ANGULO, 1992). As praias que formam o arco praial possuem face larga, geralmente com bermas e barras e declividade entre 2° e 3° (ANGULO *et al.*, 2006).

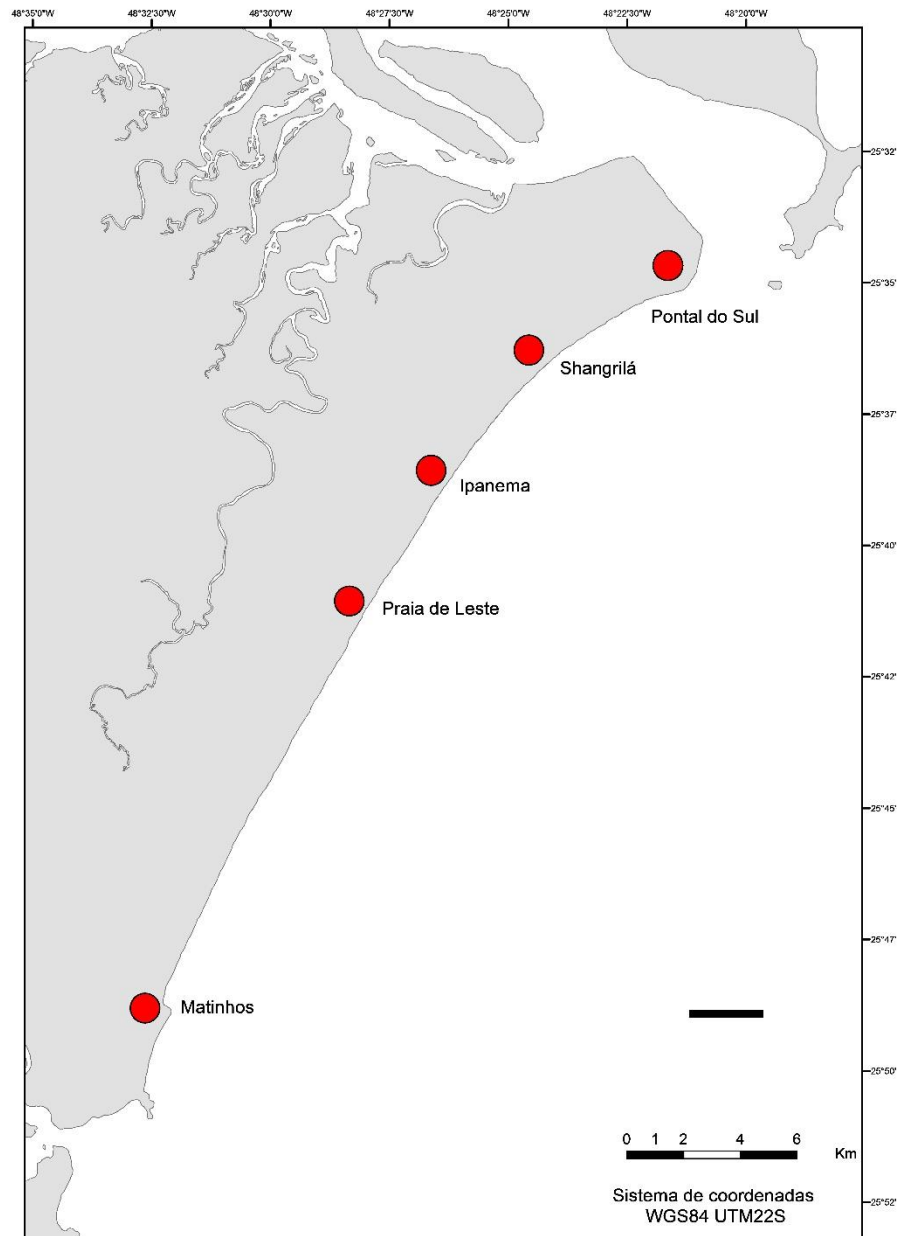
No extremo norte da área, situa-se o delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (25°20' a 25°35'S; 48°17' a 48°42'W). Somente a porção ao sul do balneário Atami, pode ser considerada praia sem influência direta da desembocadura (ANGULO & ARAÚJO, 1996; VEIGA *et al.*, 2004; ANGULO *et al.*, 2006).

A costa foi classificada como dominada por ondas, sendo caracterizada por regime de micromaré com amplitude de 1,5 m (ANGULO & ARAÚJO, 1996; MARONE & CAMARGO, 1994). Incidem sobre a costa dois sistemas preferenciais de trens de ondas, de leste/nordeste e sul-sudeste/sudeste e os ventos predominantes provêm dos quadrantes nordeste e sudeste, sendo estes últimos os de maior intensidade associados aos sistemas frontais provenientes de sul (PORTOBRAS, 1983; NOERNBERG, 2001).

As ondas refratam no Banco da Galheta na margem sul, causando uma incidência oblíqua das ondas nos balneários de Pontal do Sul e Atami. Esta incidência oblíqua favorece a formação de uma corrente de deriva no sentido Pontal do Sul – Praia de Leste (BIGARELLA *et al.*, 1966; ÂNGULO, 1993; MARONE *et al.*, 1995;

NOERNBERG, 2001). Correntes de retorno e de subsidências também ocorrem com frequência na área (NOERNBERG, 2001).

MAPA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E SEUS SETORES.



Fonte: Laboratório de Ecologia e Conservação (2017).

Os anticiclones que regem principalmente o regime de ventos na região são o Atlântico Sul e Migratório Polar (QUADROS, 2002). Ressacas são refletidas na costa quando os sistemas frontais se aproximam com maior intensidade, onde as praias são erodidas e grandes quantidades de material animal e vegetal acostam na praia (GUEBERT, 2008). Predominam ventos dos setores ENE, E, SSE e SE, com

intensidade média de 4 m/s. São detectadas amplitudes de até 2 m/s no sistema de brisa entre os meses de novembro e março, sendo estes bastante relevante na região (CAMARGO e MARONE, 1995; CAMARGO, MARONE & SILVA DIAS, 1996).

O clima da região é subtropical (MAACK, 2002) com duas estações bem definidas: uma quente e muito úmida e outra mais amena e menos úmida; onde a estação mais chuvosa é o verão com média de 227,4 mm (MARTIN, 1992). A precipitação média anual é de 2.500 mm e a umidade relativa do ar está em torno de 85%. As tempestades de sudeste podem atingir ventos de 25km/s (ANGULO, LANA & RIBEIRO, 1997).

O litoral paranaense é formado por uma diversidade de ambientes (LANA *et al.*, 2001), representados pela formação de manguezais, restingas, baixios, bancos de fanerógamas marinhas e costões rochosos, os quais possibilitam a permanência das tartarugas-verde ao longo do ano no litoral paranaense para forrageamento (SORDO *et al.*, 2011; GAMA *et al.*, 2016). A região é considerada uma importante área de recursos alimentares ao longo dos deslocamentos executados pela espécie em seu complexo de vida (GAMA *et al.*, 2016).

3.2 AMOSTRAGEM

A linha de praia entre os municípios de Pontal do Paraná e Matinhos (25°56'41.9"S a 25°79'83.0"S; 48°35'44.5"W a 48°52'53.7"W; MAPA 1), foi percorrida semanalmente entre os períodos de março de 2007 a dezembro de 2009, e de março de 2012 a dezembro de 2014 para registo e coleta dos indivíduos encalhados mortos de tartarugas-verde, e dividida em cinco setores: Pontal do Sul, Shangrilá, Ipanema, Praia de Leste e Matinhos. A praia foi percorrida considerando a linha d'água até a duna frontal como um transecto linear, o qual foi varrido considerando as áreas laterais exposta de areia como área total do esforço, no pico da maré baixa. Importante ressaltar que há variações de esforço amostral, pois os monitoramentos eram interrompidos a partir da segunda quinzena de dezembro até o fim do mês de fevereiro do próximo ano, devido à interrupção de monitoramentos no período de temporada com alta presença de turistas.

Os monitoramentos foram realizados com veículo automotor e no horário do pico da maré baixa, para que houvesse uma maior área exposta para registro dos animais. Os dados coletados referentes a informações sobre data, localização do

encalhe, estado do animal (vivo/morto), dados biométricos (medidas corpóreas de comprimento e largura), e demais informações biológicas (ex: sexo, estágio de desenvolvimento e presença de marcas que determinam interação antrópica), foram obtidos conforme ficha de campo (ANEXO 1). Além disso, o registro das coordenadas geográficas foi feito com auxílio de um GPS eTrex® GARMIN no local onde o animal se encontrava encalhado.

Como não há um padrão para a avaliação do estado de decomposição de carcaças de tartarugas marinhas, foi utilizada a classificação de Geraci e Lounsbury (2005), estabelecida para mamíferos marinhos, sendo: Código 1: animal vivo; Código 2: animal fresco; Código 3: animal pouco decomposto; Código 4: animal em estado de decomposição avançado; Código 5: animal em estado mumificado ou restos de esqueleto. A fase de desenvolvimento foi classificada pelo comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) em categorias adaptadas de Hirth (1997) e Almeida *et al.* (2011), sendo filhote indivíduos até 20 cm de CCC, juvenil entre 21 e 80 cm de CCC, e adulto acima de 80 cm de CCC.

3.2.1 Dados Climáticos e Oceanográficos

As informações climáticas e oceanográficas foram obtidas por meio de bancos de dados digitais disponíveis (QUADRO 1 e QUADRO 2). Foi utilizada a coordenada de Pontal do Sul à Matinhos (25°56'41.9"S a 25°79'83.0"S; 48°35'44.5"W a 48°52'53.7"W) para os dados obtidos através do *Wavewatch III*, *Global Atmospheric Circulation* e *Ocean Surface Current Analyses Real-time* (OSCAR).

A presença de eventos como El Niño e La Niña, foram analisados pela informação registrada pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA) e assim publicada no site *Oceanic Niño Index*, encontrado no link

http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.

O site *Global Atmospheric Circulation* faz uma previsão de dados mensais de anomalia e temperatura da superfície do mar, a partir de um banco de dados base de 1971 a 2000 e dados mais recentes. Utiliza bancos de dados principalmente da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA), e outras instituições como o Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP), Centro de Modelagem Ambiental (EMC) e Serviço Nacional de Meteorologia (NWS).

QUADRO 1 – ORIGEM E PERIODICIDADE DOS DADOS CLIMÁTICOS OBTIDOS PARA O LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ

Dados	Origem	Periodicidade
Anomalia da temperatura da superfície do mar	<i>Global Atmospheric Circulation</i>	Mensal
Direção de vento	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Diário (leitura de média mensal)
Pluviosidade	Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR)	Mensal
Pressão	Estação de meteorologia do CEM	Diário
Temperatura do ar	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Diário
Temperatura da superfície do mar	<i>Global Atmospheric Circulation</i>	Mensal
Velocidade de vento da superfície do mar	<i>Wavewatch III</i>	Diário (leitura de média mensal)
Velocidade de vento	Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Diário (leitura de média mensal)

Fonte: A autora (2017).

QUADRO 2 – ORIGEM E PERIODICIDADE DOS DADOS OCEANOGRÁFICOS OBTIDOS PARA O LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ

Dados	Origem	Periodicidade
Altura total de onda	<i>Wavewatch III</i>	Diário (leitura de média mensal)
Direção de corrente	<i>Ocean Surface Current Analyses Real-time (OSCAR)</i>	Mensal
Direção de onda	<i>Wavewatch III</i>	Diário (leitura de média mensal)
Período de onda	<i>Wavewatch III</i>	Diário (leitura de média mensal)
Velocidade de corrente	<i>Ocean Surface Current Analyses Real-time (OSCAR)</i>	Mensal

Fonte: A autora (2017).

Os dados diários de altura total, período, direção de ondas e intensidade de vento da superfície do mar foram obtidos através do *Wavewatch III*[®] (WWIII), que é um modelo de ondas desenvolvido pelo NWS/NOAA e possui importantes melhorias em relação as suas versões anteriores (WWI e WWII) no que diz respeito às equações governantes, à estrutura do modelo, os métodos numéricos e as parametrizações físicas. O modelo calcula a evolução espacial e temporal do espectro bidimensional de ondas, por meio da equação de transporte advectivo com base na conservação da densidade espectral de energia. O termo fonte é tipicamente representado como somatório de três processos: a entrada de energia pelo vento, interações não lineares

do tipo onda-onda, e dissipação por *whitecapping*. A física do modelo inclui geração de energia, dissipação devido à quebra de ondas e fricção com o fundo, refração, advecção e interações onda-onda triplas e quádruplas. Informações mais específicas em relação ao WWIII são encontradas no link <http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch/>.

Os dados de direção e velocidade do vento e temperatura do ar foram solicitados e adquiridos através do INMET na estação meteorológica automática Ilha do Mel (25°29'S, 48°19'W). Enquanto, a pluviosidade foi obtida a partir da estação meteorológica de Paranaguá (25°31'S, 48°30'W) pelo SIMEPAR, por meio do link www.simepar.br.

E por fim, o dado gerado pelo modelo *Ocean Surface Current Analyses Real-time* (OSCAR) foi utilizado nesse estudo para analisar as velocidades e direção das correntes superficiais do oceano no período e região estudados. O OSCAR é um modelo que agrega um conjunto de dados de vários satélites e dados observacionais tomados *in situ*. Combina informações sobre a corrente geostrófica, deriva de Ekman e transporte de Stommel, além de um termo complementar a partir do gradiente de fluabilidade de superfície. O modelo estima a velocidade horizontal de corrente diretamente a partir da altura da superfície do mar, do vetor vento superficial e da temperatura da superfície do mar. O nível de processamento é o mais completo (L4), com resolução espacial 0,33 ° latitude x longitude. E a resolução temporal é de cinco dias. O banco de dados OSCAR encontra-se disponível no link https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/OSCAR_L4_OC_third-deg.

3.3 ANÁLISES DE DADOS

Os dados obtidos através dos registros de encalhe foram transferidos para fichas de campo e, posteriormente, para planilhas do programa Microsoft® Excel®, onde foram organizados da melhor forma para as análises no software R versão 1.1.383 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017), onde os fatores climáticos e oceanográficos foram tratados como variáveis preditoras e a taxa de encalhe e tamanho do CCC como variáveis respostas.

A variável quantitativa biológica estabelecida foi o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) dos indivíduos de tartarugas-verde encalhados, e esta foi avaliada quanto a parâmetros de estatística descritiva (média, desvio padrão, mínimo e

máximo) através de uma análise de frequência relativa entre os meses e anos do estudo. Para exposição destes dados foi utilizado gráficos de boxplot (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017) para representar a variação de dados observados de uma variável numérica por meio de quartis (MURRELL, 2005).

Posteriormente foi verificada a taxa de encalhe entre meses e anos, a qual foi analisada através de somatória dos registros a cada semana de esforço de monitoramento, através de histogramas elaborados em Microsoft® Excel®, para assim explorar a sazonalidade levando-se em consideração a frequência relativa de encalhes em cada mês amostrado e ano. O estágio de decomposição foi analisado por meio da frequência e plotado através de histogramas apenas entre os anos, para também verificar a sazonalidade.

Para selecionar modelos preditores da frequência de encalhe e no tamanho dos indivíduos registrados, foram aplicados Modelos Lineares Generalizados (GLM) (HASTIE & PREGIBON, 1992). As variáveis físicas e biológicas foram tratadas para reduzir resíduos e inseridas na análise como variáveis preditoras e resposta, visualizadas por semana.

Antes de começar cada análise, tanto para taxa de encalhes quanto para o CCC, através do pacote *car* (FOX & WEISBERG, 2017), foi realizado o teste de multicolinearidade com a função *vif* (FOX & MONETTE, 1992). As variáveis preditoras candidatas foram: anomalia e temperatura da superfície do mar; altura, direção e período de ondas; pluviosidade; pressão; temperatura do ar; velocidade e direção do vento; velocidade do vento de superfície do mar; e por fim, velocidade e direção de corrente de superfície.

O modelo não colinear selecionado para taxa incluiu os efeitos de anomalia da temperatura de superfície do mar, altura, direção e período de ondas, pluviosidade, velocidade e direção do vento, velocidade do vento da superfície do mar, e velocidade e direção de corrente de superfície. Para o CCC, o modelo não colinear selecionado incluiu altura, direção e período de ondas, pluviosidade, temperatura do ar, velocidade e direção do vento, velocidade do vento da superfície do mar, e velocidade e direção de corrente de superfície. Após a seleção dos modelos sem colinearidades, o GLM foi aplicado com a função *glmmADMB* (SKAUG *et al.*, 2014). Taxa de encalhe é uma variável numérica discreta, com evidências de super dispersão, por isso a família binomial negativa foi usada como candidata para o ajuste. CCC é uma variável

numérica continua e a distribuição normal (Gaussiana) com e sem o *link* log foram utilizados como candidatos para o ajuste (ZUUR *et al.*, 2009).

Com os modelos mais complexos selecionados foi utilizando a função *dredge* do pacote MuMIn (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Essa função seleciona por critérios de informação de Akkaike (AICc) (ANDERSON & BURNHAM, 2003) os melhores modelos preditores, gerando um conjunto de modelos com combinações (subconjuntos) de termos de efeito fixo no modelo global. A partir desses modelos, a função *model.avg* calculou o modelo médio preditor. Assim, analisando o sumário do modelo médio, foi possível observar a importância relativa de cada variável preditora, e as que possuíam valores acima de 80% (0.8) foram consideradas as variáveis com maior poder preditor cada uma das variáveis respostas, taxa e CCC (ZUUR *et al.*, 2009).

Para análise das variáveis taxa de encalhe e CCC ao longo das semanas foram aplicados Modelos Aditivos Generalizados (GAM) (HASTIE & TIBSHIRANI, 1990), pois a série temporal era grande e possivelmente possuía flutuações temporais que são melhores ajustadas com linhas de suavização polinomiais, além da aplicação da família binomial negativa como candidata para o ajuste.

Após a seleção das variáveis preditoras com maior importância relativa e análise das variáveis respostas ao longo das semanas, foram gerados gráficos de dispersão com ajustes lineares a partir do pacote *ggplot2* (WICKHAM & CHANG, 2016), entre as variáveis preditoras e as variáveis respostas, taxa e CCC. Foram plotados mapas para a ocorrência dos encalhes da região de estudo, utilizando o software ArcGis 10 (ESRI). Todas as análises foram executadas na plataforma de análises estatísticas R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017).

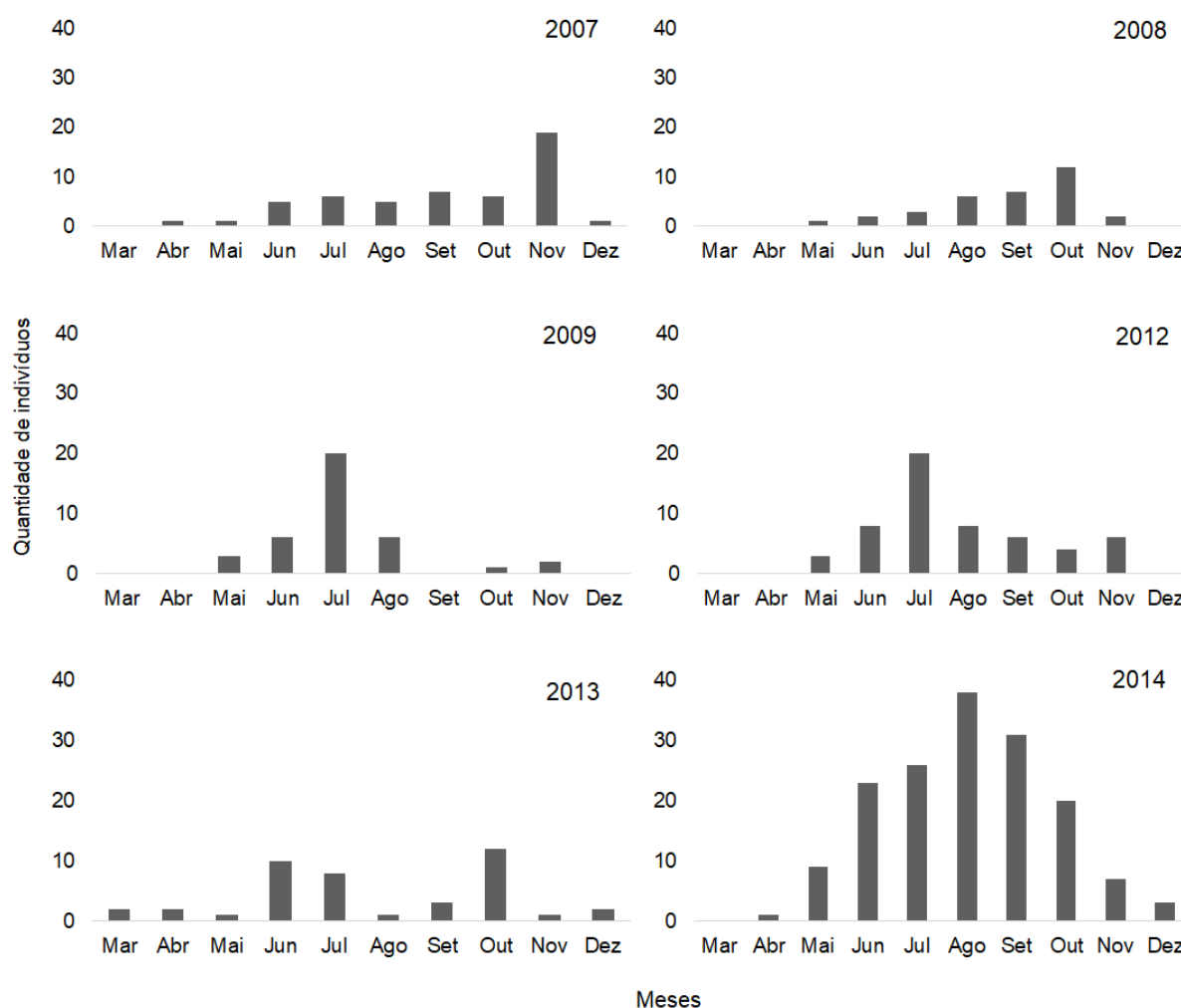
4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ENCALHES

Foram registradas variações no número de *Chelonia mydas* entre anos e meses, no entanto os períodos de maio a novembro são os de maior frequência de ocorrência de encalhes, havendo uma diferença entre os anos: em 2007, entre setembro e novembro foram os de maior frequência (62,74%); 2008 entre agosto e outubro (75,75%); em 2009 junho a agosto (84,21%); 2012 junho a agosto (65,45%);

2013 os meses foram junho, julho e outubro (71,42%); e em 2014 um período mais extenso de maio a outubro (93,03%) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – VARIAÇÃO DA TAXA DE ENCALHE DE JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE ENTRE OS MESES E ANOS DE MONITORAMENTO NAS PRAIAS DO LITORAL DO PARANÁ NOS PERÍODOS DE 2007-2009 E 2012-2014



Fonte: A autora (2017).

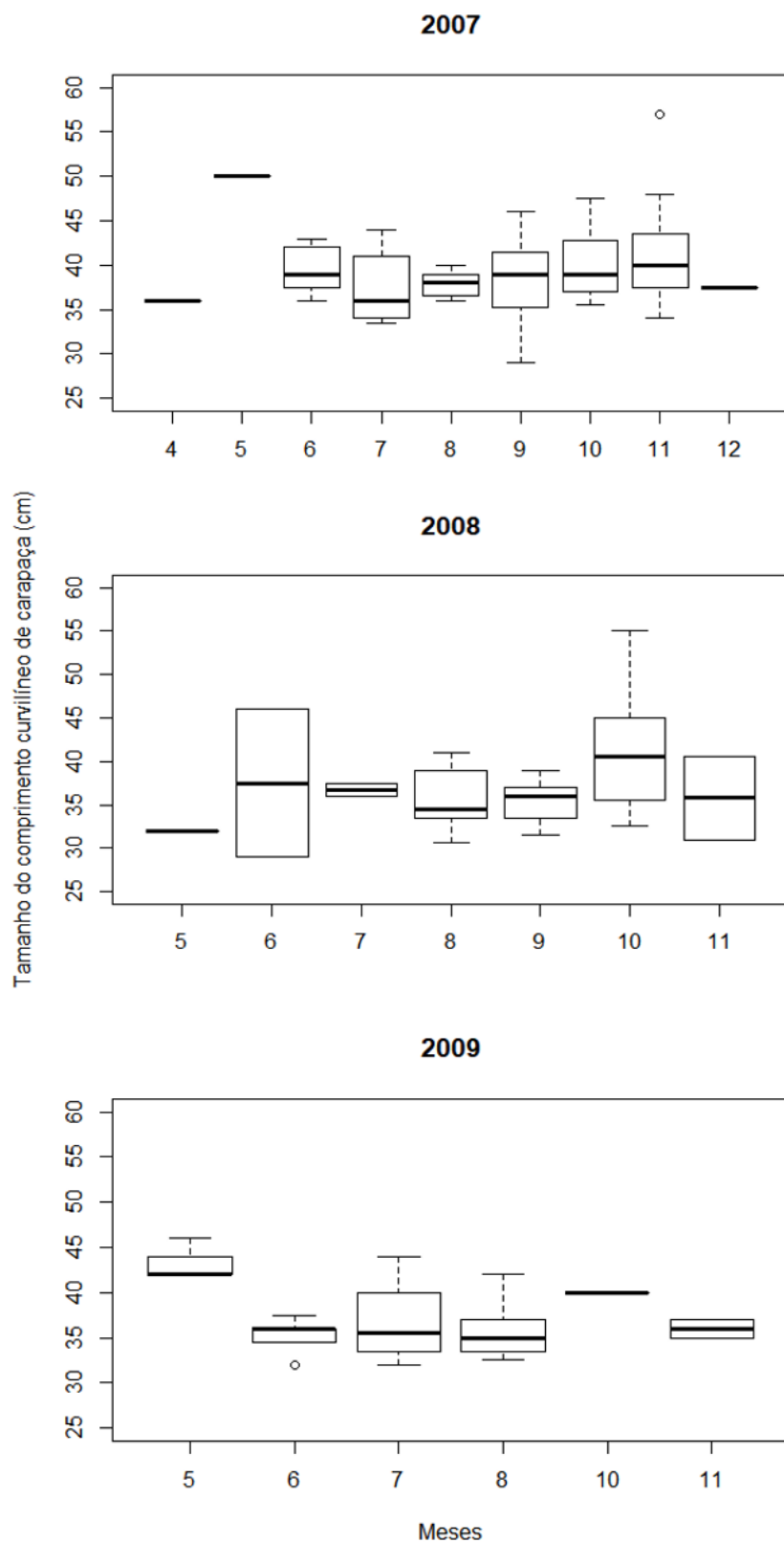
Entre os seis anos de monitoramento, foram cobertos aproximadamente 1470 km de praia/ano distribuídos entre março e dezembro de cada um dos períodos (2007-2009 e 2012-2014). Neste período foram registrados 357 exemplares de *Chelonia mydas* juvenis, os quais tiveram variações interanuais nas faixas de comprimento curvilíneo de carapaça (QUADRO 3) (FIGURA 2 e FIGURA 3).

QUADRO 3 – VARIAÇÕES INTERANUAIS DE MÍNIMOS, MÁXIMOS, MÉDIAS E DESVIO PADRÃO NAS FAIXAS DE COMPRIMENTO CURVILÍNEO DE CARAPAÇA (CCC) DE TARTARUGAS-VERDE DO ESTADO DO PARANÁ

Ano	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
2007	26 cm	60 cm	39.54 cm	1.06
2008	26 cm	55 cm	37.49 cm	0.70
2009	35 cm	50 cm	36.99 cm	4.94
2012	26 cm	50 cm	37.94 cm	0.42
2013	26 cm	50 cm	38.73 cm	3.67
2014	26 cm	60 cm	39.09 cm	0.98

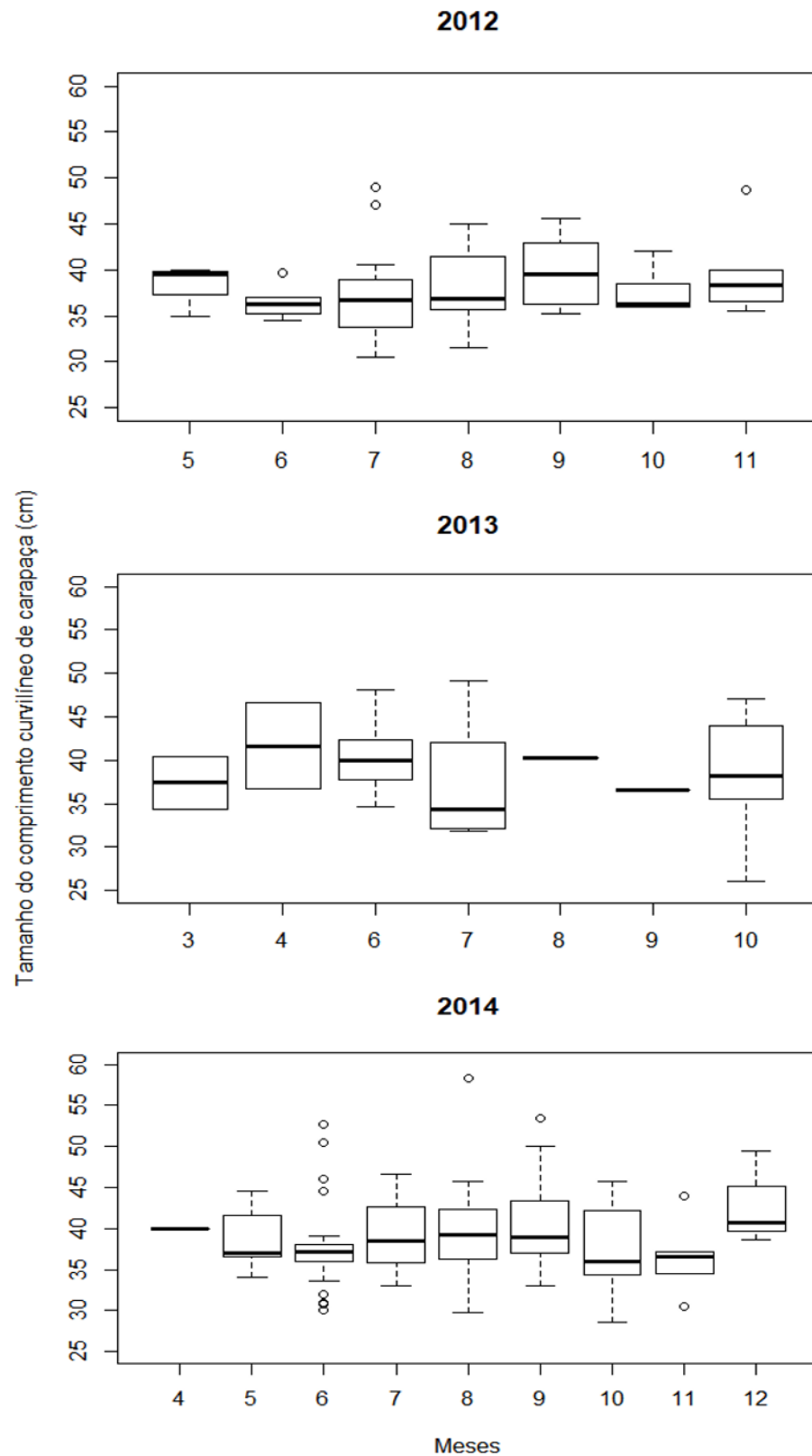
Fonte: A autora (2017).

FIGURA 2 – MÍNIMOS, MÁXIMOS E MEDIANAS DO COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA (CCC) DE JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE ENCALHADAS NAS PRAIAS DO PARANÁ NOS ANOS DE 2007, 2008 E 2009



Legenda: os meses foram tratados por números - 4 (abril), 5 (maio), 6 (junho), 7 (julho), 8 (agosto), 9 (setembro), 10 (outubro), 11 (novembro) e 12 (dezembro). Fonte: A autora (2017).

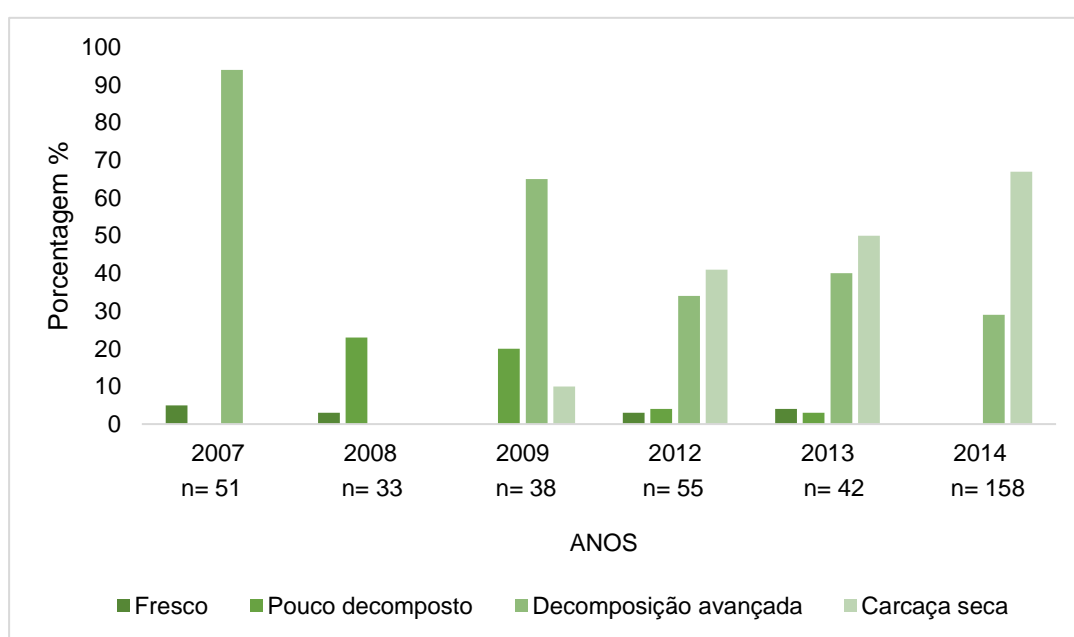
FIGURA 3 – MÍNIMOS, MÁXIMOS E MEDIANAS DO COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA (CCC) DE JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE ENCALHADAS NAS PRAIAS DO PARANÁ NOS ANOS 2012, 2013 E 2014



Legenda: os meses foram tratados por números – 3 (março), 4 (abril), 5 (maio), 6 (junho), 7 (julho), 8 (agosto), 9 (setembro), 10 (outubro), 11 (novembro) e 12 (dezembro). Fonte: A autora (2017).

Os registros anuais são compostos por animais em todos os estágios de decomposição, entretanto em 2007 e 2009 a maior contribuição foi de carcaças em decomposição avançada (94,11% e 65,78%, respectivamente) e nos anos de 2012, 2013 e 2014 de carcaça seca (41,81%, 50% e 67,72%). Apenas em 2008 o estágio pouco decomposto predominou (96,96% do total dos encalhes) (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 – ESTÁGIO DE DECOMPOSIÇÃO DE JUVENIS DE TARATARUGAS-VERDE NO LITORAL DO PARANÁ ENCONTRADOS ENCALHADOS ENTRE OS PERÍODOS ANUAIS DE 2007-2009 E 2012-2014.



Fonte: A autora (2017).

A maior frequência absoluta dos registros de encalhes, considerando o número total de animais encalhados por balneário, foi realizado na área de Pontal do Sul ao longo de todo o período amostrado (49,29%). Shangrilá foi o setor de segunda maior concentração nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2012, mas entre 2013 e 2014 esta posição foi do balneário de Ipanema.

4.2 INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS E OCEANOGRÁFICOS NOS ENCALHES

Os modelos testados e ajustado por AICw indicaram que anomalia de temperatura da superfície do mar, direção de onda e pluviosidade, foram as variáveis com maior importância relativa na predição da taxa de encalhe (TABELA 1). Nos modelos selecionados para CCC, nenhuma variável apresentou importância relativa maior que 80%, indicando efeitos mútuos e complexos. No entanto, considerando a importância relativa até 60% (0.6), foram selecionadas velocidade da corrente de superfície, direção e velocidade do vento como melhores preditoras de CCC (TABELA 2). A partir destes resultados, foram elaborados gráficos de dispersão que indicam o ajuste e o efeito das variáveis preditoras selecionadas para as variáveis respostas taxa de encalhe e CCC (*ggplot*) (FIGURA 4).

A taxa de encalhe mostrou uma relação inversa com a pluviosidade, com as maiores taxas entre 0 e 100 mm, e menores quando a pluviosidade foi entre 300 e 400 mm. Ou seja, períodos de menor volume de chuva, são os de maior probabilidade de encalhes (FIGURA 4 – A). Para a anomalia da temperatura da superfície do mar, houve maior taxa de encalhe quando esta foi registrada entre 0 e 1°C, menores taxas quando acima de 2°C (FIGURA 4 - B). As maiores taxas de encalhe também foram registradas com direção de onda entre 125° a 150° (ESSE, SSE), enquanto as menores foram registradas entre 87.5° e 112.5° (E, ESE) e quando acima de 160° (SSE) (FIGURA 4 - C).

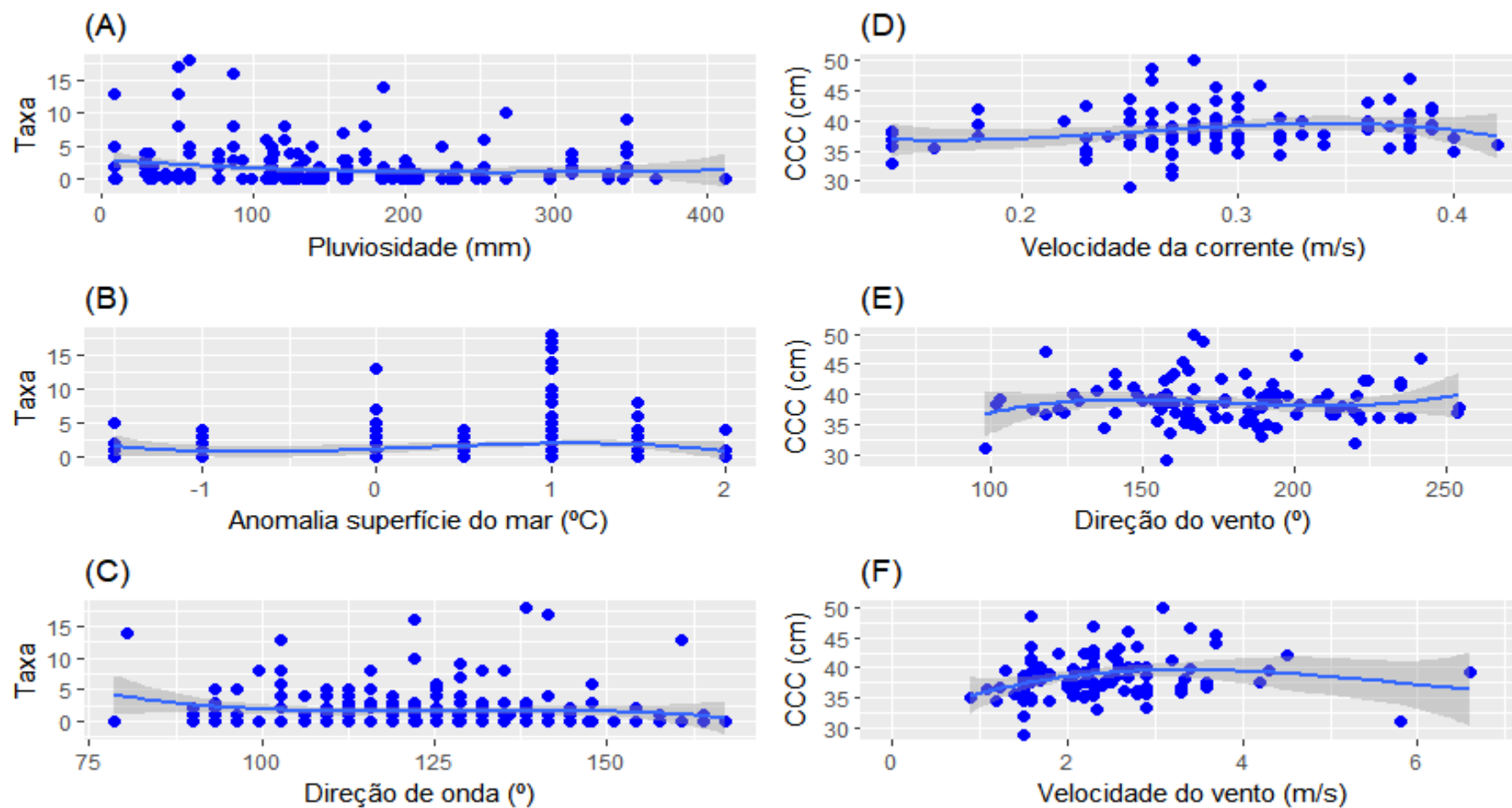
Em conjunto as variáveis preditoras para taxa de encalhe foram: (i) baixa pluviosidade, (ii) pouca anomalia da temperatura da superfície do mar, (iii) direção de onda predominante do quadrante sudeste.

Para a variável resposta CCC, as variáveis preditoras selecionadas pelo modelo foram a velocidade de corrente superficial, a direção e a velocidade de vento. Quando a velocidade de corrente superficial esteve entre 0.25 e 0.3 m/s foram registrados juvenis com maior diversidade de CCC, entretanto também foi evidente que animais maiores foram mais frequentes, quanto maior foi a velocidade do vento (FIGURA 4 – D). Animais encalhados com maiores tamanhos de CCC foram registrados quando a direção do vento estava entre 100 e 200°, ou seja, ventos do quadrante sudeste e sul, entretanto animais de menores CCC foram registrados com ventos oriundos da direção 100 a 225°, quadrantes de sudeste, sul e sudoeste (FIGURA 4 – E). Além do quadrante de origem, a velocidade do vento também influenciou no tamanho dos animais encalhados, sendo que os maiores tamanhos

estão relacionados com ventos entre 0.15 e 3.2 m/s, enquanto os menores, entre 0.1 e 5.8 m/s (FIGURA 4 – F).

Os resultados sugerem que animais com comprimento curvilíneo de carapaça menor encaham nas praias mesmo com baixa velocidade de vento e corrente superficial, fato possivelmente relacionado ao transporte facilitado pelo tamanho reduzido do indivíduo. As variáveis preditoras para o tamanho do CCC, (i) velocidades médias de corrente superficial, (ii) ventos de direção sul e sudeste, (iii) maiores velocidades de vento, podem estar associadas a influência colinear de sistemas frontais na seleção dos encalhes por características biológicas distintas.

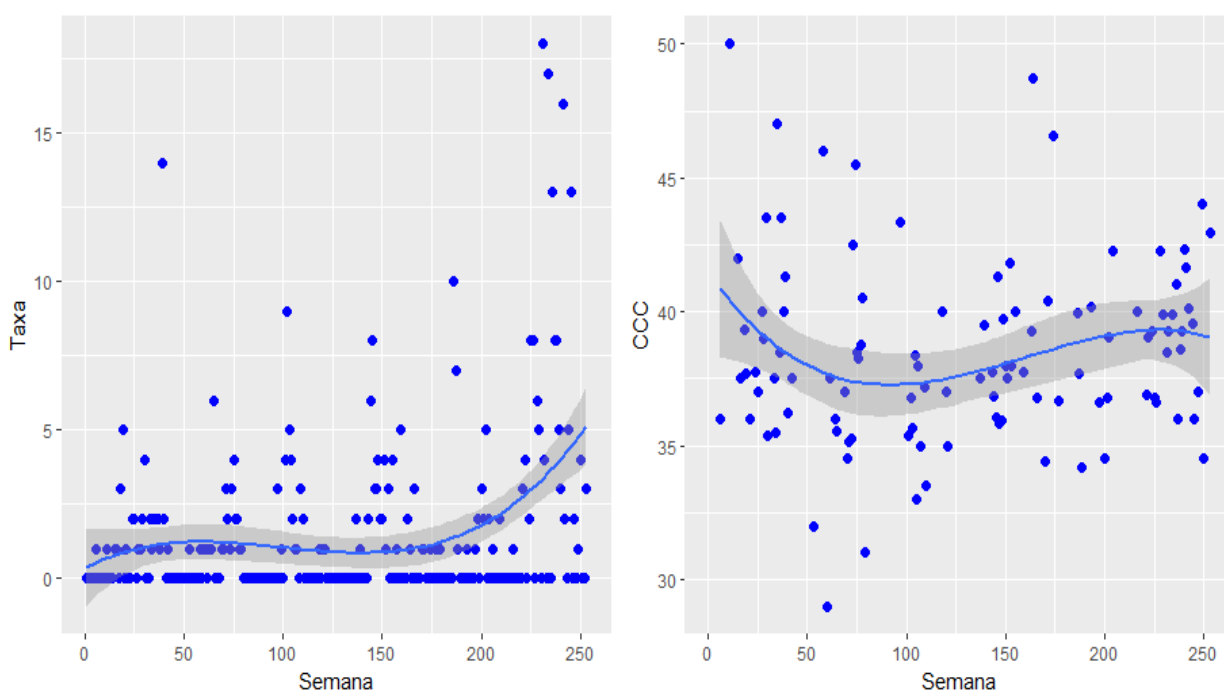
FIGURA 4 – VARIÁVEIS PREDITORAS PARA TAXA E COMPRIMENTO CURVILINEO DA CARAPAÇA



Fonte: A autora (2017).

A taxa de encalhe e CCC ao longo das semanas do estudo (dispersas ao longo dos dois períodos de dados, FIGURA 5), mostraram um aumento gradual da taxa após a semana 200, anos de 2013 e 2014, enquanto a característica biológica parece alterar e CCC apresenta uma redução do tamanho em animais encalhados entre as semanas 50 e 100 (2008 e 2009), mas novo aumento a partir da semana 150 (2013).

FIGURA 5 – TAXA DE ENCALHE E COMPRIMENTO CURVILÍNEO DA CARAPAÇA AO LONGO DAS SEMANAS DE ESTUDO



Fonte: A autora (2017).

5 DISCUSSÃO

As tartarugas marinhas possuem um importante papel ecossistêmico na ciclagem de nutrientes, em processos de bioperturbação de fundo oceânico, na renovação de costões rochosos, fonte de alimento para predadores marinhos, servem como substrato para outras espécies, transferência de energia entre ambientes marinhos e terrestres (em casos de desova) (BJORNDAL, 1997; LUTZ, MUSICK & WYNEKEN, 2002; CHAN, 2004), entretanto estão ameaçadas de extinção (IUCN, 2016) e os maiores impactos a sua conservação são as atividades antrópicas. Exemplares encalhados em praia refletem a ocorrência da espécie na área e sua forma de uso no espaço e no tempo, e não excludente, também podem sugerir áreas de sobreposição entre uso pelos animais e de atividades impactantes (EPERLY *et al.*, 1996; GAMA *et al.*, 2016). Os eventos de encalhes são influenciados por fatores climáticos e oceanográficos, os quais predizem as taxas de encalhes e são fundamentais para contribuir com o conhecimento ecológico das espécies, assim como na elaboração de planos de manejo, logísticas de monitoramento e fundamentação de políticas públicas (HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006). Variáveis como direção e velocidade do vento, flutuações na temperatura da superfície do mar e velocidade de corrente de superfície são reconhecidas na literatura como preditoras das taxas de encalhes de tartarugas marinhas (EPERLY *et al.*, 1996; SCHWARTZ, 2000; HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2016). Os resultados do presente estudo adicionam de maneira independente a variável biológica de comprimento curvilíneo de carapaça e a taxa de encalhes das *Chelonia mydas* como variáveis respostas, além de evidenciarem a pluviosidade e a direção de ondas também como preditoras das taxas de encalhes.

O presente estudo evidencia que para *Chelonia mydas* no litoral do Paraná os fatores climáticos e oceanográficos influenciaram a taxa de encalhe, os locais de maior ocorrência e, as características dos indivíduos que encalham, tais como o comprimento curvilíneo da carapaça e estágio de decomposição. Os ventos fortes, principalmente da direção S/SE estão correlacionados com o aumento da altura significativa de ondas e induzem a sua direção (ALBERTI, 2010). Essa condição de maior energia de ondas é mais frequente no outono e inverno (NEMES & MARONE, 2013), período onde as ondulações são historicamente relacionadas a eventos mais intensos de ressacas (resultado de sistemas frontais) e influenciam a velocidade de

corrente de superfície (SUDERHSA, 2007). Correntes transversais e paralelas à costa em situações de alta energia de ondas, relacionadas também às frentes originadas de sul, intensificam-se quando orientadas para norte e atingem até 0,75 m/s (NOERNBERG, 2001). Os resultados deste estudo sugerem que o aumento na taxa de encalhe foi relacionado principalmente à variável direção de onda, entretanto a combinação destes fatores climáticos e oceanográficos sazonais, tais como a direção e velocidade do vento, assim como a direção de ondas e a intensificação das correntes de superfície influenciaram na característica biológica dos espécimes encalhados no litoral do Paraná, evidenciado pelo tamanho dos indivíduos (CCC) registrados.

As taxas de encalhe possuem variação sazonal, são maiores em períodos com baixa pluviosidade e temperaturas mais baixas, apesar dessa correlação não apresentar causa e efeito, indicando serem estas também relacionadas à variáveis climáticas. No inverno há maior atuação de sistemas anticiclônicos no litoral paranaense, apresentando baixas temperaturas e baixa umidade, evidenciando anomalia de temperatura da superfície do mar e baixo índice de pluviosidade, devido ao transporte de massas de origem polar (Frente Polar Atlântica e a Massa Polar Atlântica), associando-se geralmente aos ventos do quadrante mais forte (S/SE) (KRUSCHE, SARAIVA & REBOITA, 2002; JORGE, 2009), que reduzem a tolerância das tartarugas-verde para movimentação e natação (LUTCAVAGE & LUTZ, 1997) em relação ao tamanho e tipo de atividade das mesmas (STABENAU *et al.*, 1991). Ainda, é importante destacar, que durante a estação chuvosa (verão) há atividade de turismo na região e serviços públicos de limpeza diária das praias. Portanto, para este período os indivíduos que estavam encalhados podem ter sido removidos antes de serem detectados e coletados pela equipe de monitoramento, e, assim ter influenciado a baixa taxa de encalhe ao longo dos meses mais quentes e chuvosos dos anos.

Durante os anos de 2007 e 2008 a região foi afetada por eventos fortes de La Niña moderada. Entre setembro e dezembro de 2009, verificou-se a influência de El Niño moderado. Entre janeiro e maio de 2012 recebeu forte influência de La Niña, e enfraqueceu nos meses seguintes. Esse sistema que apesar de enfraquecido afetou a área até 2014. Estes fenômenos, causam alterações na frequência de sistemas frontais, na pluviosidade, na intensidade e direção dos ventos e correntes, na temperatura da superfície do mar e influenciam na forma de uso da área pelos animais (QUINONES *et al.*, 2010; GAMA *et al.* 2016). Estes fatores não foram relacionados nas análises, pois afetam primariamente as variáveis preditoras incluídas. Desta

forma, podem ter intensificado as variações sazonais e interanuais observadas e influenciado diretamente nas taxas de encalhe observadas.

Além de variações sazonais, os encalhes apresentaram variações espaciais e estiveram mais concentrados na área de Pontal do Sul, setor localizado na desembocadura sul do CEP. Nesta área, localiza-se um delta de maré vazante, onde estudos sugerem que o transporte de detritos marinhos segue o transporte sedimentar natural da região, que ocorre de SW para NE (LAMOUR, ODRESKI & SOARES, 2006; NOERNBERG, MARONE & ANGULO, 2007; KRELLING *et al.*, 2017). Como consequência desta dinâmica e dependendo das condições oceanográficas e meteorológicas (KRELLING *et al.*, 2017), os detritos podem chegar ao longo das praias ao sul desta desembocadura (setor Pontal do Sul), podendo ser esta teoria e modelos associados e aplicados para compreensão da movimentação de carcaças de tartarugas marinhas que se encontram no interior do estuário em direção a este setor e assim, influenciando maiores taxas de encalhe. Outro fato que explica a tendência de encalhe no setor Pontal do Sul é o predomínio de ondas do quadrante S/SE, gerando uma deriva litorânea orientada para norte e vetorizada para esta orla (MARONE *et al.*, 1995).

Além dos parâmetros acima, para os eventos de encalhe o estágio de decomposição pode trazer informações relevantes quanto a área e distância de morte dos animais e a chegada nas praias (CHAN, 2004; PELTIER *et al.*, 2012). Tartarugas marinhas em decomposição afundam durante o primeiro dia após a morte e gases internos gerados pela decomposição dos tecidos causam a diminuição da densidade corporal destes animais, provocando sua flutuação, permitindo que ventos e correntes transportem as carcaças, e em alguns casos direcionando-os a zona de praias (HOLZ & SIMÕES, 2002). Porém, nem todas as carcaças possuem uma flutuabilidade positiva, sendo transportadas para o fundo do mar e rapidamente decompostas por animais necrófagos (JONES *et al.*, 1988; SMITH & BACO, 2003). Os dados apresentados neste estudo mostram maior abundância de carcaças encontradas em estágio de decomposição avançada ou seca, portanto, os fatores de transporte destas carcaças são primários para delinear as demais informações biológicas a serem obtidas destes animais. Pode ser explicado devido à maior flutuabilidade de indivíduos em decomposição avançada e carcaça seca, pois já não possuem uma massa corporal consistente e podem ser transportados por ventos, correntes e ondas com maior facilidade ou ao tempo exposto na praia (MARTINS, 2010).

Em média, o número de carcaças encalhadas nas praias pode representar, na melhor das hipóteses, aproximadamente 20% do número total de carcaças disponíveis no mar (HARRISON *et al.*, 1967), o que dificulta saber muitas informações importantes sobre a espécie, como o tamanho do estoque regional. No entanto, as análises dos encalhes podem sugerir tendências e direcionar novas discussões quanto a sazonalidade inter e intra-anual da quantidade de indivíduos ao longo do litoral paranaense. Estas variações podem ser ocasionadas por diversos fatores tais como a disponibilidade de alimento, impactos antrópicos como poluição e degradação do ambiente, e captura incidental em artes de pesca artesanal e industrial, entre outros (MARCOVALDI *et al.*, 2002; SALES *et al.*, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2016).

Este último é reconhecido como o fator de maior impacto na mortalidade e consequentemente, nas taxas de encalhe dos indivíduos de tartaruga-verde, especialmente o uso de redes de emalhe com grandes tamanhos de malhas submersas por longos períodos, sendo estas de pescarias artesanais ou industriais (GUEBERT, BARLETTA & DA COSTA, 2013; LOPEZ-BARRERA, 2012). No litoral do Paraná há presença de pescarias de emalhe todo o ano, mas estas possuem características distintas em resposta as safras de espécies alvo (ROBERT *et al.*, 2011).

Dentre as pescas realizadas no litoral paranaense, a pesca do linguado (*Paralichthys spp.*) é a que possui maior captura incidentalmente dos indivíduos de tartarugas-verde, com a utilização de rede de emalhe fixa e caceio, com safra entre os meses de julho a outubro (ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2006; LÓPEZ-BARRERA, LONGO & MONTEIRO-FILHO, 2012). As outras pescas envolvem as espécies salteira (*Oligoplites spp*) e cavala (*Scomberomorus cavala* e *Scomberomorus brasiliensis*), e são realizadas entre os meses de maio a setembro, por redes de emalhe de deriva e fundeio (MEDEIROS, 2002; GIRALDI, MULLER & MEDEIROS, 2016). O tempo de imersão das redes de pesca também é um fator determinante na mortalidade das tartarugas marinhas (GUEBERT, BARLETTA & DA COSTA, 2013), pois quando as tartarugas estão em apneia forçada, o tempo de mergulho é menor do que o habitual e sua tolerância é reduzida, assim se afogam devido a períodos prolongados debaixo d'água quando na rede (CASALE, LAURENT & DE METRIO, 2004; LÓPEZ-BARRERA, LONGO & MONTEIRO-FILHO, 2012). As áreas de pesca destas espécies se sobrepõem com áreas de forrageamento de tartarugas-verde (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; GAMA *et al.*, 2016) e a maior disponibilidade de recursos

alimentares é durante as safras de pesca (LÓPEZ-BARRERA, LONGO & MONTEIRO-FILHO, 2012), e os tipos de redes podem realizar a seleção de CCC e diferença na taxa de encalhe que este estudo registrou e analisou. As capturas incidentais de tartarugas marinhas podem ser um fator de influência nos encalhes registrados em praias, e a diminuição desta taxa na área de estudo ao longo dos meses de verão pode ser explicada devido ao baixo esforço de pesca neste período, conforme observado em diversas outras regiões (HART, MOORESIDE & CROWDER, 2006).

As tartarugas-verde se deslocam por um corredor migratório usando as correntes marinhas e despendem maior tempo em áreas de forrageamento ou reprodução. As altas frequências de tartarugas-verde ao longo dos meses e anos no litoral do Paraná e as variações observadas, parecem refletir esta dinâmica comportamental, pois a região apresenta áreas relevantes de forrageamento e recrutamento essenciais para os indivíduos juvenis que ocorrem na região do oceano Atlântico Sul Ocidental (GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; SORDO *et al.*, 2011; GAMA *et al.*, 2016).

Considerando as informações trazidas pelo presente estudo, a predominância de indivíduos juvenis encalhados é preocupante em termos de conservação e manutenção da espécie, pois afeta o estoque regional do ASO de tartarugas-verde, visto que devido à alta mortalidade nesta fase, um número menor de animais alcançará a fase de reprodução. O esforço de monitoramento de praia é importante para o registro dos eventos de encalhes, e posteriormente, coleta de dados biológicos sobre a espécie, distribuição espaço-temporal, e fornecem informações sobre possíveis impactos antrópicos e naturais. Essas informações, associadas ao conhecimento da influência de fatores climáticos e oceanográficos nos encalhes, podem orientar a execução de monitoramentos e avaliações de impacto com maior capacidade de obtenção de dados biológicos sobre as tartarugas-verde no Paraná, assim como serem usadas para delinear áreas protegidas e ações adequadas de mitigação de possíveis impactos de curto e médio prazo. Desta forma, é fundamental a continuidade do esforço de monitoramento com direcionamentos mais precisos e direcionados a localização (ex: Pontal do Sul), aos meses de maio a outubro (e avaliação integrada com a dinâmica da pesca no litoral do Paraná), e em períodos relacionados aos registros de intensas variações climáticas e oceanográficas (ex: ocorrência de sistemas frontais). Ainda, com base na compreensão das condições

climáticas e oceanográficas que afetam o fluxo de carcaças no mar e mesmo potencialmente a dinâmica de usos do espaço pelas tartarugas-verde, e associando estes a estimativa de áreas de maior ocorrência de tartarugas-verde, áreas de maior exposição ao risco e fontes de mortalidade, será possível melhor delinear as ações de manejo e capacidade de sustentar esforços de conservação para a espécie *Chelonia mydas*.

6 CONCLUSÃO

O litoral do Paraná é uma importante área de alimentação de indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* e apresenta uma dinâmica climática e oceanográfica intensa. Os modelos lineares generalizados apontaram as variáveis anomalia de temperatura da superfície do mar, direção de onda e pluviosidade como preditoras para taxa de encalhe, e velocidade de corrente de superfície, velocidade e direção de vento como preditoras para o CCC, relacionado ao estágio de desenvolvimento dos espécimes.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, pode-se afirmar que os fatores climáticos e oceanográficos determinam principalmente o local de encalhe bem como o tamanho dos animais que encalham. Entretanto, importante considerar que a área de forrageamento de tartarugas-verde no litoral do Paraná sobrepõe-se com atividades antrópicas, como a pesca, a qual pode afetar não só a taxa de mortalidade da espécie e, conseqüentemente seu encalhe mas também causar flutuações nos eventos de encalhes devido as suas safras ocorrerem em meses específicos.

A partir dos dados obtidos, verifica-se a necessidade de (i) um monitoramento contínuo das praias, não só do trecho amostrado, mas também das áreas adjacentes; (ii) amostragem e obtenção de dados climáticos e oceanográficos com no mínimo de 5 dias antes de cada monitoramento; e (iii) mais estudos que avaliem outros fatores de risco para tartarugas-verde, visando avaliar o estado de conservação, os impactos que a incidem, e conseqüente conservação da espécie.

Com os resultados inéditos advindos deste estudo, será possível nos estudos futuros uma melhor previsão quanto as fontes de mortalidade e sua sobreposição com a distribuição de tartarugas-verde, além da compreensão das condições climáticas e oceanográficas que afetam o fluxo de carcaças no mar, possibilitando interpretar as tendências espaço temporais em eventos de encalhes de tartarugas marinhas.

Especificamente para o litoral paranaense, a formulação de planos de manejo e medidas mitigatórias para conservação não só da espécie mas do habitat como um todo.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. A. **Fibropapilomatomas em Tortugas Marinas: um Taller del XVIII Simpósio anual sobre la biología y la conservación de las tortugas marinas.** Noticiario de Tortugas Marinas, 82: 10-12. 1998.
- ANGULO, R. J. **Geologia da Planície costeira do Estado do Paraná.** Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, p. 334. 1992.
- ANGULO, R. J. **Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas.** Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba, 41:52-72. 1993.
- ANGULO, R. J.; ARAÚJO, A. D. **Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea.** Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba, 44: 7-17. 1996.
- ANGULO, R. J.; LANA, P. C. & RIBEIRO, D. M. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de uma usina termelétrica na Baía de Paranaguá e do porto de desembarque, subestação e linha de transmissão associados.** Pontal do Paraná: FUNPAR, v. 1, 1997.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil Mamirauá/MCT/Imprensa Oficial do Estado do Pará, Brasil, v. 5.0. 2007.
- BAPTISTOTTE, C. **Caracterização espacial e temporal da fibropapiloma em tartarugas marinhas da costa brasileira.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, Brasil. 63p. 2007.
- BARROS, A. C. V. F.; BARROS, M. V. F. **Utilização de sistema de informação geográfica na análise da distribuição de cetáceos na costa paranaense.** Raega-O - Espaço Geográfico em Análise. Departamento de Geografia – UFPR. Curitiba, v. 26: 205-226. 2012.
- BARROS, J. A. **Ecologia alimentar da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no extremo sul do Brasil.** Monografia de Bacharelado, FURG, Rio Grande. 2007.
- BIGARELLA, J. J.; FREIRE, S. S.; SALAMUNI, R.; VIANA, R. **Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes II – praias de Matinhos e Caiobá.** Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geografia Física, 6:1-113. 1966.
- BJORNDAL, K. A. **Foraging ecology and nutrition of sea turtles.** The Biology of Sea Turtles. Boca Raton, FL: CRC Press, 1997.
- BJORNDAL, K. A. **Priorities for Research in Foraging Habitats.** Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, 1999.

- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B. **Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas.** Copeia, p: 555-564, 1988.
- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; LAGUEUX, C. J. **Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats.** Marine Pollution Bulletin, 28: 154-158. 2004.
- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; MOREIRA, L.; BELLINI, C.; MARCOVALDI, M. A. **Population structure and diversity of Brazilian green turtle rookeries based on mitochondrial DNA sequences.** Chelonian Conservation and Biology 5: 262-268. 2006.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. **Diet of sea turtles in southern Brazil.** Chelonian Conservation and Biology 4: 685-688. 2003.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. **Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil.** Marine Pollution Bulletin, 42:1330-1334. 2001.
- BUGONI, L.; NEVES, T. S.; LEITE JUNIOR, N. O.; CARVALHO, D.; SALES, G.; FURNESS, R. W.; STEIN, C. E.; PEPPE, F. V.; GIFFONI, B. B.; MONTEIRO, D. S. **Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil.** Fisheries Research, New York, 90: 217–224. 2008.
- BITRAGO, J.; GUADA, H. J. **La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) em Venezuela.** Interciencia, 27(8): 392-399. 2002.
- BURNHAM, K. P. e ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach.** 2nd ed. New York, Springer-Verlag. 2002.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach.** Springer Science & Business Media. 2003.
- CASALE, P.; LAURENT, L. & DE METRIO, G. **Incidental capture of marine turtles by the Italian trawl fishery in the North Adriatic Sea.** Biological Conservation, 119(3): 287-295. 2004.
- CAZAL, H. G. S. V.; FORNIN, I. M.; OLIVEIRA, B. A.; SUTIL, U. A.; OLIVEIRA, E.; DOURADO, M. S. **Caracterização sazonal da precipitação e do vento no litoral paranaense.** In: 14th Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, Balneário Camboriú, Brasil, 2011.
- CHAMBERS, J. M.; HASTIE, T. J. **Statistical models in S.** CRC Press, Inc. 1991.
- CHAN, V. A. **Spatial and temporal trends in sea turtle strandings in North Carolina, 1980-2003.** Tese de Doutorado. Duke University. 2004.
- COELHO, A. L. S. **Análise dos encalhes de tartarugas-marinhas (Reptilia: Testudines), ocorridos no litoral sul da Bahia, Brasil.** Dissertação de Mestrado–

Programa de Pós-graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. 2009.

CROWDER, L. B., HOPKINS-MURPHY, S. R., ROYLE, J. A. **Effects of Turtle Excluder Devices (TEDs) on loggerhead sea turtle strandings with implications for conservation.** Copeia. 4: 775-779. 1995.

DOBSON, A. J. **An Introduction to Generalized Linear Models.** London: Chapman and Hall. 1990.

ENCALADA, S. E.; LAHANAS, P. N.; BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; MIYAMOTO, M. M.; BOWEN, B. W. **Phylogeography and population structure of the Atlantic and Mediterranean green turtle *Chelonia mydas*: A mitochondrial DNA control region sequence assessment.** Molecular Ecology, 5:473-483 1996.

EPPELRY, S. P., BRAUN, J., CHESTER, A. J., CROSS, F. A., MERRINER, J. V., TESTER, P. A., CHURCHILL, J. H. **Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of sea turtles.** Bulletin of Marine Science. 59 (2): 289-297. 1996.

FORMIA, A.; GODLEY, B. J.; DONTAINE, J. F.; BRUFORD, M. W. **Mitochondrial DNA diversity and phylogeography of endangered green turtle (*Chelonia mydas*) populations in Africa.** Conservation Genetics, 7: 353-369. 2006.

FOX, J. **Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models**, Second Edition. Sage. 2008.

FOX, J.; MONETTE, G. **Generalized collinearity diagnostics.** JASA, 87: 178–183. 1992

FOX, J.; WEISBERG, S. **An R Companion to Applied Regression**, Second Edition, Sage. 2011.

FRAZIER, J. G. **Um farol do Novo Mundo.** Revista do Tamar nº. 4. p. 4. 2007.

GALLO, B. M. G.; MACEDO, S.; FERNANDES, J. S.; ALMEIDA, B. A. D. L. de; OTTONI NETTO, G. F.; WERNECK, M. R.; GIFFONI, B. B.; BRONDÍZIO, L. S.; BECKER, J. H. **A Interação entre a pesca artesanal e as tartarugas marinhas, no município de Ubatuba, Litoral Norte de São Paulo.** In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 4, 2008, Resumos. São Paulo. 2008.

GAMA, L. R. **Ecologia alimentar de *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758) no litoral do Paraná.** Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná-PR, 2012.

GAMA, L. R.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; FUENTES, M. M.; MILLAR, R. B. **Green turtle *Chelonia mydas* foraging ecology at 25°S in the western Atlantic: evidence to support a feeding model driven by intrinsic and extrinsic variability.** Marine Ecology Progress Series, 542: 209-219. 2016.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. **Marine mammals ashore: a field guide for strandings.** Texas A & M Sea Grant Publication, Galveston. 2005. 371p. Disponível em:

<http://books.google.com.br/books?id=AlwWScWoP6MC&pg=PA231&hl=ptBR&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q=Code%201&f=false>. Acesso em: 01 mai. 2016.

GIRALDI, A. C.; MULLER, B. R.; MEDEIROS, R. P. **Monitoramento participativo da pesca artesanal no parque nacional marinho das Ilhas dos Currais**. Relatório Técnico (Procedimento Administrativo MPF/ Paranaguá nº1.25.007.000230/2014-98). Centro de Estudos do Mar: Pontal do Paraná. 36p, 2016.

GUEBERT, F. M. **Ecologia alimentar e consumo de material inorgânico por tartarugas-verdes, *Chelonia mydas*, no litoral do Estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008.

GUEBERT, F. M.; BARLETTA, M.; DA COSTA, M. F. **Threats to sea turtle populations in the Western Atlantic: poaching and mortality in small-scale fishery gears**. Journal of Coastal Research, 65(sp1): 42-47. 2013.

GUEBERT-BARTHOLO, F.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. **Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil**. Endangered Species Research, 13: 131-143. 2011.

HARRISON, W.; NORCROSS, J.; PORE, N.; STANLEY, E. **Circulation of shelf waters off the Chesapeake Bight**. Environmental Science Services Administration (ESSA) Professional Paper 3, US Department of Commerce, Washington, DC, 82pp. 1967.

HART, K. M.; MOORESIDE, P.; CROWDER, L. B. **Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: Going with the flow**. Conservation Ecology. Biological Conservation, 129: 283-290. 2006.

HASTIE, T. J.; PREGIBON, D. **Generalized linear models**. Chapter 6 of Statistical Models in S eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole. 1992.

HASTIE, T. J.; TIBSHIRANI, R. J. **Generalized additive models**. CRC Press. 1990.

HELTZEL, B.; LODI, L. **Baleias, botos e golfinhos: Guia de identificação para o Brasil**. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1993.

HERBST, L. H. **Fibropapillomatosis of marine turtles**. Annual Review of Fish Diseases, 4: 389-425. 1994.

HIRTH, H. F. **Synopsis of biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758)**. US fish and wildlife service. Biological Report, 97(1). 1997.

HOLZ, M.; SIMÕES, M. G. **Elementos fundamentais de tafonomia**. Ed. Universidade. Porto Alegre: UFRGS, 231 p, 2002.

HYSLOP, E. J. **Stomach analysis—a review of methods and their application**. Journal of fish biology, 17: 411–429. 1980.

- JEFFERSON, T. A.; LEATHERWOOD, S.; WEBBER, M. A. **Marine Mammals of the World: FAO Species Identification Guide**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, II, 320p. 1993.
- JORGE, F. V. **Fachada Atlântica Sul do Brasil: dinâmica e tendências climáticas regionais no contexto das mudanças globais**. Dissertação de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Paraná, 179 p. 2009.
- JONES, E. G.; COLLINS, M. A.; BAGLEY, P. M.; ADDISON, S.; PRIEDE, I. G. **The fate of cetacean carcasses in the deep sea: observations on consumption rates and succession of scavenging species in the abyssal north-east Atlantic Ocean**. Proceedings of the Royal Society B, 265: 1119–1127. 1998.
- KRELLING, A. P.; SOUZA, M. M.; WILLIAMS, A. T.; TURRA, A. **Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: Evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground truthing estimates**. Marine Pollution Bulletin 119: 48–63 Contents. 2017.
- KRUSCHE, N.; SARAIVA, J. M. B. & REBOITA, M. S. **Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS**. Rio Grande, 2002.
- LAMOUR, M. R.; ODRESKI, L. L. R. & SOARES, C. R. **Considerations regarding shoreline morphology variation at an inlet in southern Brazil**. Journal of Coastal Research. 565–567. 2006
- LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C., **The subtropical estuarine complexo of Paranaguá Bay, Brazil**. Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies. Seelinger, U. & Kjerve. B. 144: 131-145. 2001.
- LINNAEUS, C. **Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis**. Tomus 1. L. Salvii, Stockholm. 10: 823 pp. 1758.
- LÓPEZ-BARRERA, E. A.; LONGO, G. O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. **Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil**. Ocean & coastal management, 60: 11-18. 2012.
- LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; GARDNER, S. C.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; SEMINOFF, J. **Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México**. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88: 641–647. 2008.
- LUKACS, P. M.; BURNHAM K. P. e ANDERSON, D. R. **Model selection bias and Freedman's paradox**. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, 62(1): 117–125. 2009.
- LUTCAVAGE, M. E. *et al*/ Human Impacts on sea turtle survival. In: LUTZ, P.L.; JOHN, A. **The biology of sea turtle**. CRC Marine Sciences Series, CRC Press. p. 407. 1996.
- LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. eds. **The biology of sea turtles**. Vol. 2. CRC press, 2002.

MANCINI, A.; KOCH, V. **Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico**. *Endang Species Res* 7:1–10. 2009.

MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S.; SALES, G. **Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. Série Espécies Ameaçadas nº 25. 2011.

MARONE, E.; CAMARGO, R. **Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993**. Curitiba. *Nerítica*, 8:73-85. 1994.

MARONE, E.; PRATA JR., V. P.; KLINGENFUSS, M. S.; DE CAMARGO, R. **Correntes de deriva no Litoral Paranaense: Um caso de estudo**. VI Congresso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Mar del Plata, Argentina, 1995.

MARTIN, F. **Etude de l'écosystème mangrove da la baie de Paranaguá (Paraná, Brésil): analyse des impacts et propositions de gestion rationnelle**. 289f. Tese de Doutorado – UFR de Biologie, Université de Paris, Paris. 1992.

MARTINS, I. M. **Encalhe de tartarugas marinhas no litoral do Extremo Sul Catarinense**. 2010. 46 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

MCCULLAGH P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. London: Chapman and Hall. 1989.

MEDEIROS, R. P. **Estratégias de Pesca e Uso dos Recursos em uma Comunidade de Pescadores Artesanais da Praia do Pântano do Sul (Florianópolis, Santa Catarina)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, UNICAMP. 113p. 2002.

MONTAGUE, C. **Recovering the sand deficit from a century of dredging and jetties along Florida's Atlantic coast: a reevaluation of beach nourishment as an essential tool for ecological conservation**. *Journal of Coastal Research*, 24: 899–916. 2008.

MONTEIRO, D. S. **Encalhes e Interação de Tartarugas Marinhas com a Pesca no Litoral Sul do Rio Grande do Sul**. Monografia de Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal do Rio Grande–FURG, 2004.

MURRELL, P. R **Graphics**. Chapman & Hall/CRC Press. 2005.

NATIONAL RESOURCES COUNCIL. **Decline of the sea turtles: causes and prevention**. National Academies Press, Washington D.C 190 pp. 1990.

NEMES, D. D.; MARONE, E. **Caracterização das ondas de superfície na plataforma interna do Estado do Paraná, Brasil**. *Boletim Paranaense de Geociências*. Volume 68-69, 12-25, 2013.

NOERNBERG, M. A. **Processos morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil**. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Tese de Doutorado, 180 p. 2001.

NOERNBERG, M. A. **Processos morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá-PR, Brasil: um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM.** Boletim Paranaense de Geociências, Editora UFPR. 51: 91-114. 2002.

NOERNBERG, M. A.; MARONE, E.; ANGULO, R. J. **Coastal currents and sediment transport in Paranaguá estuary complex navigation channel.** Boletim Paranaense de Geociências. 60–61, 45–54. 2007.

ORAVETZ, C. A. **Reducing incidental catch in fisheries.** Páginas 189-193 in ECKERT, K. L., BJORNDALE, K. A., ABREU-GROBOIS, F. A., DONNELLY, M. (Eds.). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. 1999.

POLOCZANSKA, E. S.; LIMPUS, C. J. & HAYS, G. C. **Vulnerability of marine turtles to climate change.** Advances in marine biology, 56, 151-211. 2009.

PORTOBRAS – EMPRESA DE PORTOS DO BRASIL S.A. **Campanha de medições de ondas em Paranaguá-PR, período: 21.08.82 a 21.01.83.** Rio de Janeiro. INPH-DIDELE, 23 p. 1993.

PRADO, J. H. F.; MATTOS, P.H.; SILVA, K. G.; SECCHI, E. R. **Long-term seasonal and interannual patterns of marine mammal strandings in subtropical Western South Atlantic.** PloS one, 11(1): e0146339. 2016.

QUADROS, C. J. L. **Morfodinâmica praial associada a passagens de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado, 83 p. 2002.

QUIÑONES, J.; CARMAN, V. G.; ZEBALLOS, J.; PURCA, S.; MIANZAN, H. **Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds.** Hydrobiologia, 645: 69–79, 2010.

ROSSO-LONDOÑO, M. C. **Caracterização da mortalidade de cetáceos no litoral do Estado do Paraná e sua relação com a pesca.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná-PR. 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2017.

SALES, G.; GIFFONI, B. B.; BARATA, P. C. R. **Incidental catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 88(4): 853-864. 2008.

SCHWARTZ, F. J. **Body-organ weight relationships of stranded loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, with an examination of the effects of the environment causing their demise.** Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, 86-90. 2000.

SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2016. **IUCN Red List of Threatened Species.** Version 2016.4. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 2 mai. 2016.

SENA, J. F.; GOMES, P. T.; ALMEIDA, H. M. **Diversidade de espécies de mamíferos marinhos no Litoral da costa branca – RN**. Congresso de Ecologia do Brasil: Ecologia no tempo de mudanças globais, 8, 2007, Caxambu - MG, Anais. 2007.

SMITH, C. R.; BACO, A. R. **Ecology of whale falls at the deep-sea floor**. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 41: 311–354, 2003.

SORDO, L. **Alterações na estrutura e funcionamento de um banco de *Halodule wrightii* (Cymodociaceae) durante um florescimento massivo de epífitas na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)**. 73f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná-PR. 2008.

SORDO, L.; FOURNIER, J.; DE OLIVEIRA, V. M.; GERN, F.; PANIZZA, A. C.; LANA, P. C. **Temporal variations in morphology and biomass of vulnerable *Halodule wrightii* meadows at their southernmost distribution limit in the southwestern Atlantic**. *Botanica marina*, 54: 13–21. 2011.

STORELLI, M. M.; MARCOTRIGIANO, G. O. **Heavy metal residues in tissues of marine turtles**. *Marine Pollution Bulletin*, 46:397–400. 2003.

SUDERHSA. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Avaliação das disponibilidades hídricas, eventos críticos e monitoramento do uso de recursos hídricos, 1.2, Paraná, Cobrape. 2007

TOURINHO, P. S.; IVAIR DO SUL, J. A. FILLMANN, G. **Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of Southern Brazil?** *Marine Pollution Bulletin* 60, pp. 396-401. 2010.

VEIGA, F. A.; ANGULO, R. J.; SÁ ODRESKI, L. L. R.; LAMOUR, M. R.; DISARÓ, S. T. **Origin of mud deposits in a wave dominated shallow inner continental shelf of the State of Paraná coast, southern Brazil**. *Journal of Coastal Research*. SI 39. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium. Itajaí-SC. 2004.

VELOZO, R. S. **Encalhe de Mamíferos Aquáticos Encalhados entre a foz dos rios Pardo (BA e São Francisco (SE))**. 112f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – BA. 2007.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0. 2002.

WALLACE, B. P.; LEWISON, R. L.; MCDONALD, S.; MCDONALD, R. K. **Global patterns of marine turtle bycatch**. *Conservation letters*, 3:131–142. 2010.

WOOD, S. N. **Modelling and smoothing parameter estimation with multiple quadratic penalties**. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 62 (2):413-428. 2000.

WYNEKEN, J.; LOHMANN, K. J.; MUSICK, J. A. **The Biology of Sea turtles**. Boca Raton, Vol. 3. FL: CRC Press, 2013.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, ed. 4. 1999.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; MEESTERS, E. H. W. G. **A Beginner's Guide to R**. Springer Science & Business Media. 2009.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; WALKER, N. J.; SABELIEV, A. A.; SMITH, G. M. **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. New York, NY: Springer Science and Business Media. 2009.

ANEXO A – FICHA DE CAMPO UTILIZADA PARA COLETA DE DADOS DE TARTARUGAS MARINHAS AO LONGO DOS MONITORAMENTOS



PROTOCOLO DE TOMADA DE DADOS DE TARTARUGAS MARINHAS

(Adaptado de: Márquez, M. R., 1990. FAO Species Catalogue, vol. 11. Sea Turtles of the World)

Nº de Campo: _____ Espécie: _____

Data da COLETA: ____ / ____ / ____ Responsável coleta _____

Anilhas: _____ & _____

INFORMAÇÕES DA COLETA

Descrição da obtenção do exemplar: Encalhe: ☐ Vivo ☐ Morto Capturas: _____

Local: _____ Ponto GPS _____

Nº de animais envolvidos: _____ Rede de captura: _____

Escore corporal: ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim Comentários: _____

Estado do animal: ☐ Fresco ☐ Pouco Decomposto ☐ Decomposição avançada ☐ Carcaça (seca)

Descrição encalhe: ☐ Monitoramento (Nº_) ☐ Pesca ☐ Reabilitação ☐ Terceiros _____

Equipe dissecação: _____ Data de DISSECAÇÃO: _____

Glicose: _____ Eritrócito: _____ Leucócito: _____ Outros: _____

INFORMAÇÕES DO ANIMAL

Idade estimada: ☐ Filhote ☐ Juvenil ☐ Sub-adulto ☐ Adulto Massa: _____

Sexo: ____ Textura: ☐ Lisa ☐ Granulosa ☐ Mista Evidente (Sim/não): _____

Presença de tumores* ☐ Sim ☐ Não Nº ____ Textura: ☐ Lisa ☐ Granulosa ☐ Mista

Outras marcas no corpo*: ☐ Sim ☐ Não Quais? _____

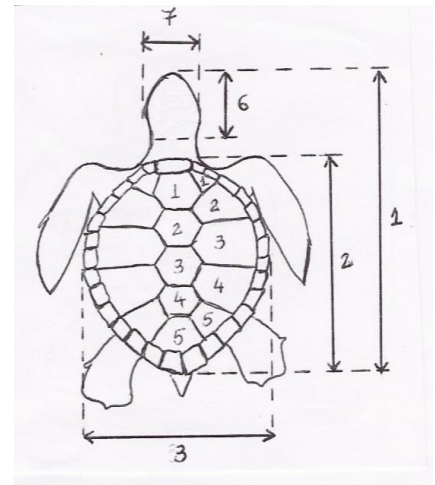
Alterações no nº de placas dérmicas*: ☐ Sim ☐ Não Quais? _____

Fotos: ☐ Geral ☐ Identificação ☐ Morfometria Responsável: _____

*em caso afirmativo, COMPLETAR DESENHO esquemático.

MEDIDAS MORFOMÉTRICAS EXTERNAS (em centímetros)

1. Comprimento total: _____
2. Comprimento curvilíneo da carapaça: _____
3. Largura curvilínea da carapaça: _____
4. Comprimento curvilíneo do plastrão: _____
5. Largura curvilínea do plastrão: _____
6. Comprimento da cabeça: _____
7. Largura da cabeça: _____
8. Circunferência da cabeça: _____



→ Nadadeira anterior:

9. Comprimento: _____ 10. Largura: _____ 11. Circunferência: _____

→ Nadadeira posterior:

12. Comprimento: _____ 13. Largura: _____ 14. Circunferência: _____

→ Comprimento caudal:

15. Do plastrão ao final: _____ 16. Da cloaca ao final: _____

ANEXO B - VARIÁVEIS PREDITORAS PARA TAXA DE ENCALHE E IMPORTÂNCIA RELATIVA

(continua)

	(Int)	alt.ond	an.ss	dir.crr	dir.ond	per.on	plv	vel.cr	vnt.drc	vnt.s	vnt.vel	df	logLik	AICc	δ	wght
555	9,638		-0,283		-0,0172		-0,0035				-0,131	6	-319,56	651,4	0,00	0,050
619	9,084		-0,297		-0,0177		-0,0028	2,605			-0,120	7	-318,78	652,1	0,61	0,037
171	9,211		-0,291		-0,0167		-0,0034		1,140e-03			6	-319,99	652,3	0,81	0,034
235	8,566		-0,303		-0,0173		-0,0026	2,748	1,449e-03			7	-319,00	652,7	1,24	0,027
811	9,151		-0,283		-0,0161		-0,0036			0,095	-0,166	7	-319,12	652,8	1,36	0,025
812	10,430	-9,494e-01	-0,312		-0,0162		-0,0033			0,247	-0,197	8	-318,04	652,9	1,43	0,025
571	10,060		-0,286		-0,0159	-5,741e-02	-0,0036				-0,137	7	-319,37	653,4	1,93	0,019
556	10,050	-1,931e-01	-0,289		-0,0175		-0,0034				-0,127	7	-319,42	653,4	1,98	0,019
559	9,701		-0,285	3,185e-04	-0,0177		-0,0034				-0,140	7	-319,48	653,5	2,07	0,018
683	9,640		-0,283		-0,0172		-0,0035		-6,858e-06		-0,131	7	-319,56	653,6	2,15	0,017
875	8,719		-0,296		-0,0168		-0,0029	2,436		0,081	-0,151	8	-318,48	653,6	2,20	0,017
427	8,626		-0,291		-0,0158		-0,0034		1,853e-03	0,073		7	-319,61	653,9	2,48	0,015
587	8,147		-0,311		-0,0163			4,483			-0,067	6	-320,77	654,0	2,54	0,014
635	9,495		-0,299		-0,0164	-5,677e-02	-0,0028	2,600			-0,127	8	-318,63	654,0	2,57	0,014
620	9,456	-1,740e-01	-0,302		-0,0179		-0,0027	2,578			-0,116	8	-318,66	654,1	2,64	0,013
203	7,846		-0,313		-0,0162			4,505	9,804e-04			6	-320,86	654,2	2,73	0,013
876	9,935	-8,493e-01	-0,319		-0,0167		-0,0027	2,015		0,219	-0,181	9	-317,61	654,2	2,73	0,013
172	9,766	-2,108e-01	-0,299		-0,0170		-0,0033		7,695e-04			7	-319,81	654,2	2,76	0,013
747	8,976		-0,295		-0,0177		-0,0028	2,619	3,979e-04		-0,116	8	-318,73	654,2	2,77	0,013

(conclusão)

	(Int)	alt.ond	an.ss	dir.crr	dir.ond	per.on	plv	vel.cr	vnt.drc	vnt.s	vnt.vel	df	logLik	AICc	δ	wght
623	9,084		-0,297	2,530e-06	-0,0177		-0,0028	2,606			-0,120	8	-318,73	654,2	2,78	0,012
187	9,526		-0,293		-0,0155	-4,918e-02	-0,0034		1,273e-03			7	-319,82	654,2	2,79	0,012
175	9,209		-0,292	1,480e-04	-0,0169		-0,0033		1,243e-03			7	-319,90	654,4	2,94	0,012
Importância		0,36	1,00	0,26	0,88	0,30	0,81	0,47	0,50	0,39	0,67					

Fonte: A autora (2017).

	(Int)	alt.ond	dir.crr	dir.ond	per.on	plv	tmp.ar	vel.crr	vnt.d	vnt.ss	vnt.vel	df	logLik	AICc	δ	wght
585	36.76				-0.3619			13.34			0.418	5	-231.757	474.2	0	0.018
581	36.08			-0.0212				13.470			0.442	5	-231.809	474.3	0.1	0.017
713	34.26				-0.4552			14.110	0.0148		0.611	6	-230.919	474.9	0.63	0.013
201	37.37				-0.5056			13.990	0.0083			5	-232.091	474.9	0.67	0.013
709	33.47			-0.0262				14.240	0.0143		0.634	6	-231.020	475.1	0.83	0.012
833	32.74							13.520		0.157	0.432	5	-232.226	475.2	0.94	0.011
197	36.51			-0.0281				14.130	0.0073			5	-232.289	475.3	1.06	0.01
578	33.74	-0.265						13.380			0.51	5	-232.353	475.4	1.19	0.01
481	25.88						0.2418	11.660	0.0153	0.337		6	-231.219	475.5	1.23	0.01
233	32.12				-0.401		0.1939	12.110	0.0138			6	-231.224	475.5	1.24	0.009
229	31.25			-0.0215			0.1981	12.180	0.013			6	-231.388	475.8	1.56	0.008
745	30.03				-0.3697		0.1675	12.470	0.019		0.552	7	-230.266	475.9	1.68	0.008
449	31.62							14.060	0.007	0.315		5	-232.634	476	1.75	0.007
617	34.7				-0.2974		0.0969	12.270			0.353	6	-231.522	476.1	1.83	0.007
601	38.15				-0.4254	-0.002		12.010			0.394	6	-231.523	476.1	1.83	0.007
741	29.29			-0.0207			0.1689	12.560	0.0185		0.571	7	-230.362	476.1	1.87	0.007
613	34.09			-0.0171			0.0985	12.360			0.372	6	-231.567	476.2	1.92	0.007
589	37.43			-0.0133	-0.2496			13.330			0.407	6	-231.593	476.2	1.97	0.007
961	29.64							14.200	0.0128	0.211	0.593	6	-231.599	476.2	1.99	0.007
597	36.85			-0.0227		-0.002		12.520			0.431	6	-231.678	476.4	2.14	0.006
993	24.91						0.2135	12.050	0.0191	0.248	0.492	7	-230.504	476.4	2.15	0.006
837	35.51			-0.0205				13.370		0.134	0.386	6	-231.701	476.4	2.19	0.006
841	36.21				-0.3396			13.290		0.093	0.383	6	-231.708	476.4	2.2	0.006
586	37.25	-0.294			-0.3632			13.050			0.428	6	-231.734	476.5	2.26	0.006
587	36.63		-	7.02E-01	-0.3559			13.770			0.435	6	-231.735	476.5	2.26	0.006

(continuação)

865	30.74					0.1332	11.970		0.164	0.32	6	-231.749	476.5	2.29	0.006
457	35.41				-0.4499		13.930	0.0102	0.237		6	-231.761	476.5	2.31	0.006
453	34.47			-0.0269			14.030	0.0101	0.293		6	-231.766	476.6	2.32	0.006
582	36.65	-0.332		-0.0214			13.140			0.453	6	-231.779	476.6	2.35	0.005
583	35.97		-6.22E-01	-0.0208			13.850			0.456	6	-231.792	476.6	2.37	0.005
217	38.85				-0.5692	-0.003	12.480	0.008			6	-231.802	476.6	2.39	0.005
205	38.07			-0.017	-0.3678		14.010	0.0092			6	-231.829	476.7	2.45	0.005
717	34.96			-0.0165	-0.321		14.130	0.0157		0.608	7	-230.663	476.7	2.47	0.005
706	30.84	-0.075					14.200	0.0113		0.666	6	-231.857	476.7	2.5	0.005
226	27.16	0.463				0.2423	12.260	0.0124			6	-231.863	476.8	2.51	0.005
610	31.55	-0.106				0.1302	12.020			0.397	6	-231.905	476.8	2.6	0.005
729	35.56				-0.5071	-0.002	12.920	0.0143		0.584	7	-230.740	476.9	2.63	0.005
834	34.32	-1416					11.980		0.36	0.393	6	-231.938	476.9	2.66	0.005
485	28.78			-0.0198		0.2081	11.970	0.0164	0.317		7	-230.764	476.9	2.67	0.005
489	29.47				-0.3287	0.2074	11.900	0.0164	0.276		7	-230.769	476.9	2.68	0.005
965	32.43			-0.0256			14.160	0.0155	0.194	0.569	7	-230.797	477	2.74	0.004
969	33.32				-0.4254		14.060	0.0155	0.142	0.566	7	-230.803	477	2.75	0.004
417	27.75					0.3101		0.0154	0.352		5	-233.151	477	2.79	0.004
738	25.72	0.284				0.2085	12.500	0.0177		0.574	7	-230.846	477.1	2.84	0.004
497	26.31					-	0.2548	9.897	0.0154	0.394	7	-230.870	477.1	2.89	0.004
						0.0033									
249	33.57				-0.4666	-	0.1987	10.440	0.0136		7	-230.885	477.2	2.92	0.004
						0.0032									
203	37.38		6.01E-01		-0.5115		13.630	0.0086			6	-232.075	477.2	2.94	0.004
194	33.55	0.069					14.240	0.0039			5	-233.228	477.2	2.94	0.004
202	37.21	0.079			-0.5057		14.070	0.0084			6	-232.090	477.2	2.97	0.004
849	33.19					-	12.500		0.201	0.406	6	-232.090	477.2	2.97	0.004
						0.0021									
714	34.36	-0.054			-0.455		14.050	0.0148		0.612	7	-230.918	477.2	2.98	0.004

													(conclusão)			
715	34.25		-1.54E-01		-0.4534			14.200	0.0148		0.614	7	-230.918	477.2	2.98	0.004
417	27.75						0.3101		0.0154	0.352		5	-233.151	477	2.79	0.004
Importância		0.33	0.25	0.41	0.45	0.32	0.45	0.71	0.62	0.42	0.62					

Fonte: A autora (2017).